



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA LETECKÉ DOPRAVY**

Metody Kvantifikace Stresu u Pilotů

Methods of Stress Quantification in Pilots

Bakalárska Práca

Autor:	SophiaSchmusch
Vedúci práce:	doc. Ing. Bc. Vladimír Socha, Ph.D., Ing. Lenka Hanáková
Akademický rok:	2019/2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621 **Ústav letecké dopravy**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Sophia Schmusch

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Metody kvantifikace stresu u pilotů**

Název tématu (anglicky): **Methods of Stress Quantification in Pilots**

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je vytvořit přehled stávajících metod kvantifikace stresu u pilotů na základě publikovaných odborných výstupů, a s ohledem na analýzu jejich výsledků selektovat takové metody, které vykazují nejvyšší potenciál jako kvantifikátory stresu u pilotů.
- Vypracujte rešerši současného stavu v oblasti kvantifikace stresu u leteckých specialistů s primárním zaměřením na piloty.
- Proveďte selekci článků vhodných pro následnou analýzu se zaměřením na sledování srdeční aktivity.
- Proveďte statistickou analýzu dat získaných z vybraných článků a dále určete metody s nejvyšší importancí (v případě dostatečného množství dat), případně formulujte alespoň doporučené postupy pro kvantifikaci stresu vyplývající z vykonané analýzy (v případě nedostatečného množství dat pro statistickou analýzu).
- Proveďte diskuzi a formulujte závěry práce.



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: BORENSTEIN, M. et al. Introduction to Meta-Analysis. 2011. John Wiley & Sons.
ROSCOE, A.H. Assessing pilot workload. Why measure heart rate, HRV and respiration?. Biological Psychology. 1992, 34(2-3), 259-287.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lenka Hanáková**
doc. Ing. Vladimír Socha, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2019**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **10. srpna 2020**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia
a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy

doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Sophia Schmusch
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 9. října 2019

Čestné vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracovala samostatne a že som uviedla všetku použitú literatúru.

V Bratislave, 03.08.2020



Sophia Schmusch

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce, doc. Ing. Bc. Vladimírovi Sochovi, Ph.D. a Ing. Lenka Hanákovej za odborné vedenie a kvalifikovanú pomoc pri písaní mojej bakalárskej práce, za jeho ochotu, pripomienky a cenné rady.

Názov práce: **Metody Kvantifikace Stresu u Pilotů**

ABSTRAKT

Cieľom záverečnej práce je objasniť ako vplýva stres na leteckú dopravu, konkrétne u pilotov, akým spôsobom na nich vplýva a ako je možné ho identifikovať. Prvá kapitola sa zaoberá celkovou problematikou stresu a spôsobom akým stres vzniká. Druhá kapitola sa venuje akým spôsobom stres ovplyvňuje naše rozhodnutia a aké môže mať stres fatálne následky, preto je dôležité jeho správna identifikácia. Tretia kapitola sa zaoberá rôznymi metódami, ktoré sa používajú práve na identifikovanie stresových hodnôt pomocou srdcovej variability a rôznych štatistických metód. V štvrtej a zároveň poslednej kapitole sa dopracujeme ku výsledku a konkrétnym parametrom, ktoré sme pomocou meta-analýzy vyhodnotili ako najpresnejšie indikátory stresu.

Kľúčové slová: letectvo, posádka, stres, srdce, faktor

Title: **Methods of Stress Quantification in Pilots**

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to clarify how stress affects air traffic. More specifically it studies the stress effects on pilots. The first chapter deals with the overall issue of stress and the different ways in which stress arises. The second chapter deals with how stress affects one's decisions and what the consequences can be. The third chapter looks into various methods that are used to identify stress, using cardiac variability and various statistical methods. In the fourth and last chapter, the results and specific parameters are analyzed and evaluated using meta-analysis, in order to determine what the best way to measure stress is.

Keywords: aviation, workload, stress, heart, factor

Zoznam skratiek

ANN	Náhradné neurónové siete
BOS	Zásobovanie krvi kyslíkom
BPM	Tepy za minútu
BT	Telesná teplota
ECG	Elektrokardiogram
FFT	Rýchla Fourierová transformácia
FVC	Nútená vitálna kapacita
HF	Pásмо vysokej frekvencie
HR	Frekvencia srdca
HRV	Srdcová variabilita
IBI	Medzi pulzový interval
IHS	Izometrická pevnosť ruky
LF	Pásмо nízkej frekvencie
MLR	Multi-lineárna regresia
MSSQ	Dotazník o chorobe s pohybovým ochorením
NN	Normálové Intervaly
NN20	Normálové intervaly nad 20 ms
NN50	Počet rozdielov po sebe nasledujúcich intervalov dlhších ako 50ms
PN50	Pomer NN50 s celkovým počtom NN intervalov

PNN20	Pomer počtu rozdielov po sebe nasledujúcich intervalov dlhších ako 20ms
PPI	Pulse-to-pulse intervaly
RMS	Druhá odmocnina druhých mocnín rozdielov
RMSSD	Druhá odmocnina druhých mocnín rozdielov dĺžky bezprostredne po sebe nasledujúcich NN intervalov
RPE	Hodnotenie vnímanej námahy
RRI	RR intervaly
SD1	Štandardná odchýlka v smere krátkodobých zmien
SD2	Štandardná odchýlka v smere dlhodobých zmien
SDNN	Štandardná odchýlka NN intervalov
SSP	Subjektívne vnímanie stresu
TENS	Transkutánná elektrická nervová stimulácia
TINN	Triagulárna interpolácia NN
ULF	Pásma ultra nízkych frekvencií
USG	Špecifická hmotnosť moču

Obsah

Zoznam skratiek	11
Úvod.....	13
1 Analýza súčasného stavu.....	15
1.1 Meta-analýza.....	16
1.2 Centrálny nervový systém.....	18
1.3 Hypotalamus	19
1.4 Periférny, somatický, autonómny a limbický nervový systém	22
1.5 Psychologické reakcie.....	25
2 Stres.....	12
2.1 Stresory	13
2.2 Ľudský faktor v zamestnaní a stres	15
2.3 Situačné riešenie stresového faktoru u pilotov po haváriách	17
3 Pilot a stresová záťaž	20
3.1 Názorné štúdie.....	24
3.2 Fyziologické indikátory	28
4 Metódy	30
4.1 Srdcová variabilita	31
4.2 Časová analýza.....	32
4.3 Frekvenčná analýza.....	34
4.4 PRISMA.....	35
5 Výsledky	39
Záver.....	51
Zoznam použitej literatúry:.....	52

Úvod

Témou mojej záverečnej bakalárskej práce je meta-analýza stresových faktorov u pilotov. Stres nás obklopuje v dnešnej rýchlej dobe ešte častejšie a vo vyššej miere, ako kedykoľvek predtým. Špeciálne pri vysoko stresových povolaniach je dôležité mu rozumieť a vedieť ho čo najpresnejšie identifikovať aby sa predišlo nešťastiam leteckej doprave. Piloti musia byť vo výbornej kondícii čo sa týka nielen fyzickej stránky ale aj psychickej. Keď že človek ako taký nie je dokonalý a bezchybný systém, musíme sa snažiť eliminovať alebo skôr mať pod kontrolou chyby ktoré môže zapríčiniť práve ľudský faktor.

Táto bakalárska práca Vám ozrejmí funkčnosť nervového systému a celkovo ako vzniká stres v ľudskom tele až po fakt čím je stres vyvolaný. Vysvetlí funkčnosť autonómneho systému, ktorý vyvoláva sympatické a para-sympatické aktivity, ktoré stres zapríčiňujú.

Práca by Vás mala previesť rôznymi faktami ohľadom toho, ako rôzne pokusy ovplyvňovali psycho-fyziologické funkcie pilota pri stresových situáciách. Tieto pokusy sa väčšinou uskutočňovali v simulátore, kde boli merané psycho-fyziologické aktivity.

Najdôležitejším aspektom bola funkčnosť srdca, konkrétne srdcová variabilita. Vďaka srdcovej variabilite a pomocou rôznych štatistických parametrov, sa budeme snažiť dôjsť k výsledku, ktorý konkrétny parameter nám najpresnejšie dokáže odzrkadliť stres.

K dosiahnutiu výsledku sme používali metódu meta-analýzy, ktorá nám má odhaliť parameter, vďaka ktorému zistíme psychickú náladu jedinca. Prisma nám ukáže akým spôsobom sme články vyhľadávali a eliminovali, pokiaľ nespĺňali požiadavky, ako napríklad jazyk alebo možnosť dohľadania článku v plnom znení.

Je dôležité túto tému riešiť a hlbšie sa ňou zaoberať, keď že ešte aj v dnešnej vyspelej dobe, nám štatistiky ukazujú že ľudský faktor je práve ten, ktorý často zapríčiňuje nielen letecké nehody. Účelom tejto práce je získať obraz o najdôležitejšom parametri, získaný pomocou analytických metód. Práve vďaka hodnotám získaným zo srdcovej variability, sa vieme dostať ku konkrétnemu záveru, ktorý parameter by mal byť pre nás smerodajný.

1 Analýza súčasného stavu

Stres je faktor, ktorý ovplyvňuje konanie každého živočícha na našej zemi, či už malých organizmov, zvierat alebo ľudí. Človek pod vplyvom stresu, môže konať príliš rýchlo a nie vždy jeho činy musia byť dôsledkom správneho vyhodnotenia situácie. Mnohokrát sa stane, že jedinec pod tlakom urobí rozhodnutie, ktoré ovplyvní situáciu natoľko, že buď to v lepšom prípade pomôže situáciu vyriešiť, alebo v tom horšom prípade, situáciu zhorší. Snahou každého jedinca je robiť rozhodnutia tak, aby ich vykonaním pomohol sebe, alebo ostatným – v závislosti od situácie.

Problematika stresu sa medzi nami nachádza od nepamäti a jedným z hlavných autorov, ktorý sa touto tematikou zaoberal bol Hans Selye. Ten charakterizoval stres, ako obrannú reakciu ktorá bola nešpecifikovaná a poplachová na organizmus, ktorý bráni narušeniu homeostázy. Homeostáza slúži ako základný predpoklad na adaptáciu vnemov z vonkajšieho prostredia. Pre pochopenie problematiky stresu a taktiež jeho vplyvu na živý organizmus človeka, je dôležité, aby sme v prvom rade oboznámili čitateľa so základnými informáciami vo sfére stresu a základnými typmi záťažových situácii ako napríklad stres ako taký, deprivácia teda chronické neuspokojovanie psychických alebo fyzických potrieb, frustrácia, zjednodušenie povedané ťažké dosiahnutie cieľu, resp. ťažko prekonateľná prekážka na jeho dosiahnutie a konflikt, čo už ide o aktuálnu nepríjemnú situáciu medzi jednotlivcami ktorý sa osobitne snažia dosiahnuť rovnakého cieľa inými prostriedkami.

Meta-analýza patrí medzi jeden z mnoho štatistických postupov ktorý slúži na zhrnutie minimálne z dvoch empirických štúdií, ktoré sú zamerané na rovnakú problematiku alebo výskum. Meta-analýza funguje na základe kvantite výsledkov z jednotlivých štúdií inak nazývané „effectsize“.

Medzi taktiež veľmi dôležité formy vedeckých prehľadov delenia patrí aj takzvané „review“ alebo prehľady ktoré môžeme rozdeliť podľa štyroch celkov. Prvý celok sa zaoberá identifikáciou a posudzovaním novej témy vo vede.

Druhá skupina sa zaoberá priamo už evidencii uskutočneným vedeckým štúdiám ktoré sa už danou problematikou zapodievali a snažia navrhnúť nové teórie. Vďaka týmto štúdiám sa už môžeme dopracovať k nejakému vyhodnoteniu alebo vysvetleniu danej teórie resp. už môžeme navrhovať nové teórie ktoré sa zaoberajú tým istým problémom.

Tretia skupina už triedi a následné hodnotí informácie z rozdielnych oblastí a postupov daných výskumov.

Štvrtá skupina sa nazýva inegratívna, alebo inak povedané neoddeliteľná. Do tejto skupiny patrí aj meta-analýza. Tento druh štatistického postupu usiluje o zjednotenie daných výsledkov z množiny výsledkov daných výskumov ktoré sa zaoberajú konkrétnym vedeckým problémom.

1.1 Meta-analýza

Meta-analýza funguje formou takzvaného systematického prehľadu. Tento prehľad sa aplikuje na vedecké štúdie a ich rôznorodé postupy v danej problematike. Vďaka tomuto postupu môžeme obmedziť vznik systémových chýb pri zhromažďovaní dát, syntéze štúdií a kritickým hodnotenia ktoré sa odvolávajú na danú konkrétnu tému ktorej sa všetky štúdie venujú. Vďaka meta-analýze sa dajú získať dva rôzne typy znalostí.

Prvým typom poznatku ktorý môžeme z meta-analýzy získať sú zhromaždenie výsledkov z primárnych štúdií, napríklad testovanie konkrétnej hypotézy napríklad účinnosť lieku.

Druhým typom sú práve poznatky ktoré sme získali vďaka meta-analytickej metóde. Tento druhý typ funguje na základe premenných vlastností z jednotlivých štúdií danej vedeckej otázky. Pomocou tejto variability dokážeme definovať tzv. hlavnú premennú ktorá má výpovednú hodnotu pre dané množiny štúdií. Tak ako vedecký výskum tak aj meta-analýzu je potrebné tvoriť v určitom poradí a postupoch.

Prvá etapa sa skladá z definovania problému a vysvetlenia okolitých faktorov ktoré súvisia s problémom. V prvej etape je aj dôležité jasne definovať faktory ktoré sa v nasledujúcich krokoch budú merať a porovnávať. Týmto dosiahneme vytvorenie hypotézy ktorá sa následne bude meta-analyticky overovať.

Druhý krok ktorý je veľmi dôležitý pre meta-analytickú metódu je vyhľadávanie a vyberanie primárnych štúdií. Pre toto je veľmi dôležité aby sme pri vyberaní jednotlivých štúdií mali presne určené kritéria podľa ktorých hľadáme, napr. kľúčové slová alebo iba štúdie ktoré sú v plnom rozsahu, ale aj jazyku a iných faktorov dohľadateľné. Taktiež je dôležité aby sa dané štúdie uskutočňovali v rovnakých podmienkach tak aby výsledky mohli byť porovnania hodné a nie skreslené.

Tieto vybrané kritéria uchádzačov alebo merných prístrojov musí zodpovedať nielen podmienkam ale musia byť aj súčasťou správy ktorá sa píše k meta-analýze ako napríklad vek uchádzačov alebo ich zdravotný stav atď.

Časovo najnáročnejšie je krok ktorý vedie ku vytvoreniu matice dát z konkrétnych vybraných štúdií ktoré nám spadajú do našich podmienok. Tato matica nám bude následne slúžiť ku agregácii výsledkov jednotlivých štúdií. Vďaka tomu dokážeme z jednotlivých štúdií agregovať priemerný parameter ktorý by dokázal reprezentovať všetky štúdie ktoré sa zaoberajú danou problematikou teda v našom prípade stres. Pomocou štatistických metód aplikujeme agregáciu ktorá sa riadi ustanoveným modelom, ktorý funguje na základe rozdelenia výsledkov v daných štúdií ktoré majú rovnaký priemer. Vďaka tomuto postupu sa môžeme dopracovať ku konkrétnemu výsledku ktorý nám ukáže ktorý konkrétny parameter môže byť predstaviteľom všetkých preštudovaných štúdií.

Meta-analýza je veľmi systematickým spôsobom ako sa dostať ku výsledku ale aj transparentným spôsobom z hľadiska vyhľadávania literatúry. Je to z dôvodu jednoduchého spätného vyhľadávania pokiaľ sa na meta-analýze správne postupuje. Ďalšou veľkou výhodou meta-analýzy je že oproti naratívny prehľadovým štúdiám

dokáže formulovať závery o skúmanom fenoméne v štatistických testovaných pojmoch.[1]

„Naopak jednou z nevýhod meta-analytickej štúdie je že na všetky štúdie o danej tematike ma rovnaké merítko. Do meta-analýziniesú často zahrnuté dôležité a veľké štúdie ktoré by pravdepodobne zmenili názor aj závery. Kritika mieri mimo iné na fakt, že autori meta-analýz vo výskumu identifikujú veľké množstvo štúdií ale do meta-analýzi vložia iba jej zlomok.“ [2]

1.2 Centrálny nervový systém

Základným prvkom centrálnej nervovej sústavy je neurón. Na to aby nám mohlo telo fungovať a vnímať vonkajšie ale aj vnútorné vnemy potrebujeme neurón. Neurón je pracujúca časť nervového systému ktorý sa nachádza v tele počtom milión na seba napojených nervových buniek. Ich funkciu môžeme primerat' ku drôtom ktoré vedú elektrinu a to preto, lebo tiež preberajú impulzy v jednej časti nervového systému a posielajú do konkrétnej inej časti tela alebo predané na iné neuróny čo môže spôsobiť nejakú činnosť ako napríklad svalový krč.

Podľa funkcie rozlišujeme niekoľko najnákladnejších typov neurónov. Patria sem zmyslove neuróny, ktoré predávajú informácie zo zmyslových orgánov do centrálneho nervového systému. Interneuróny, ktoré predávajú získane informácie medzi ostatne neuróny a motorické neuróny, vďaka ktorým máme svalovú činnosť alebo aj mimovoľnú reakciu na určitý podnet.

Nervové tkanivo pozostáva z neurónov a gliových buniek. Teda o neurónoch môžeme povedať že prenášajú a spracúvajú informácie z vnútorného a vonkajšieho prostredia a tým podmieňujú schopnosť organizmu na nereagovať. Nie sú však schopné deliť sa, a vznikajú vzniká z kmeňových buniek (najviac pri narodení, následne ubúdajú). Neuróny majú však dlhú životnosť (počas celého života). Každý neurón je ohraničený slabou polopriepustnou membránou ktorá hrá dôležitú rolu v predávaní takzvaných impulzov alebo vnemov z vonkajšieho alebo vnútorného prostredia.

Centrálny nervový systém sa skladá z dvoch dôležitých prvkov. Prvým je Mozog a druhým prvkom je miecha. Mozog (cerebrum, encephalon) sa nachádza v lebečnej dutine a jeho hmotnosť je približne 1500g.

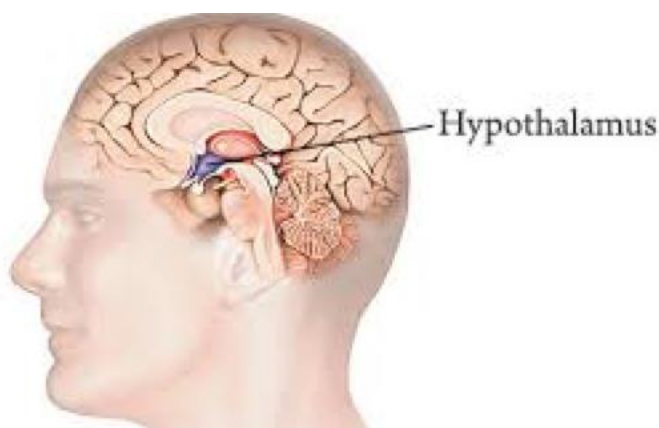
Mozog je nedeliteľný integrovaný celok, ale na základe embryonálneho vývoja sa uplatnilo delenie:

1. koso hranný mozog (rhombencephalon)
 - predĺžená miecha (medulla oblongata)
 - zadný mozog (metencephalon)
2. stredný mozog (mesencephalon)
3. medzimozog (diencephalon)
4. predný mozog (telencephalon)

1.3 Hypotalamus

Medzi hlavné funkcie hypotalamu sa považuje neuro-hormonálna regulácia. Schematicky sa môže hypothalamus rozlíšiť na dva systémy. Prvým je systém zadného laloku hypofýzy, kde sú hormóny predávané priamo do krvi práve v oblasti zadného laloka hypofýzy. Druhým systémom je systém infundibulárnym. Tento druhý systém predáva svoje neuro-hormóny v oblasti eminentia medialis hypothalamu do takzvaného obehu odkiaľ sa dostáva prevažne krvnou cestou do predného a stredného laloku hypofýzy. (Vid'. obrázok č. 1) V hypotalame sa vyskytuje vedľa seba 2 druhy buniek.

„Prvý druh sú klasické neuróny. Tie modifikujú elektrickú a sekrečnú odpoveď buniek prostredníctvom neurotransmiterov (noradrenalin, adrenalin, dopamin, serotonin, histamin atď.) Ich pôsobenie je hlavne lokálne vo funkcii neurónov tak aj vzdialene prostredníctvom dlhých axiónov.“ [3]

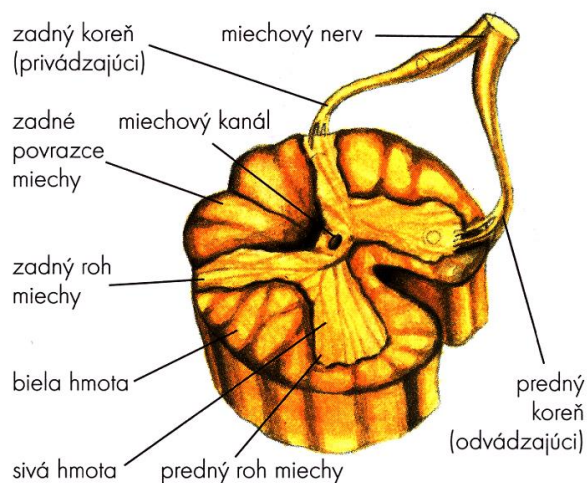


Obrázok 1 Poloha Hypotalamusa v ľudskom mozgu [1]

Ako už je vyššie spomenuté hypothalamus podnecuje činnosť hypofýzy, ktorá produkuje hormóny. Pri tejto špeciálnej kooperácii vzniká veľmi dôležitý hormón, ktorý sa volá adrenokortikotropný hormón. Inak nazývaný stresový hormón. „Kortikotropín (adrenokortikotropný Hormón, adrenokortikotropín, ACTH) je hormón, produkováný v pars distalis adenofýzy typom chromofilných (bazofilných) buniek - tzv. kortikotropnými bunkami. Z biochemického hľadiska nemusí byť kompletnou molekulou, na vyvolanie účinku stačí i reťazec menšieho počtu aminokyselín.[4]

Miecha je pokračovaním mozgu. Hovorovo sa taktiež nazýva predĺžená ruka mozgu. Nachádza sa v chrbticovom kanáli ktorý je zložený z krčných hrudných a driekových stavcov. Hlavnou funkciou miechy je že sprostredkováva mozgu prepojenie medzi ostatnými časťami tela. To znamená, že mozog vďaka mieche reaguje na zmeny vonkajšieho prostredia a cez ňu získava informácie o vonkajšej zmene.

Okrem prevodovej funkcie je aj dôležitým reflexným ústredím. Sú v nej reflexné centrá pre pohyby končatín a trupu, bránicové, zrenicové a potné centrá. Miecha reguluje reflexne aj vyprázdňovanie močového mechúra a konečníka. Je aj centrom niektorých pohlavných reflexov (erekcia, ejakulácia). Miecha je dlhá približne 40 – 45 centimetrov a je 1 cm široká. Miecha sa skladá z bielej a sivej hmoty pričom každá má inú funkciu. (viď. Obrázok č. 2)



Obrázok 2 Stavba miechy [2]

Biela hmota tvorí horný povrch miechy. Jej konkrétna funkcia je prevodová a skladá sa z nervových dráh ktoré sú zoskupené do troch povrazcov. Predné povrazce/eferenety vedú vzruchy z mozgu do výkonného organu, teda svalov. Sú to motorické nervové bunky. Axóny teda zostupné dráhy. Zadné povrazce/aferenty, vedú rozruchy z receptorov do mozgu a sú užšie ako eferenety. Sú to dendrity a ich funkciou sú vzostupne dráhy. Nachádzajú sa tam aj bočné povrazce ktoré majú funkciu zostupnú ale aj vzostupnú.

Sivá hmota je do tvaru motýľích krídel. Skladá sa z predných rohov miechy a zo zadných rohov miechy. Väčšie rohy miechy sú predné. Impulzy do svalov, ktoré vychádzajú práve z predných rohov miechy pomocou nervových vlákien sa taktiež nazývajú motorické alebo hybne. Do zadných rohov vstupujú zadné miechové korene prichádzajúce z receptorov, preto sa nazývajú senzitívne. Pred výstupom sa predné a zadné korene spájajú a vytvárajú miechový nerv.(vid'. Obrázok č. 2)

Tretím prvkom miechy je miechový segment z ktorého vystupuje 1 miechový nerv (miecha ich má 31). Prednými a zadnými koreňmi miechy vychádza 31 párov miechových nervov. Tie sa po krátkom priebehu spájajú do spoločného nervu.

1.4 Periférny, somatický, autonómny a limbický nervový systém

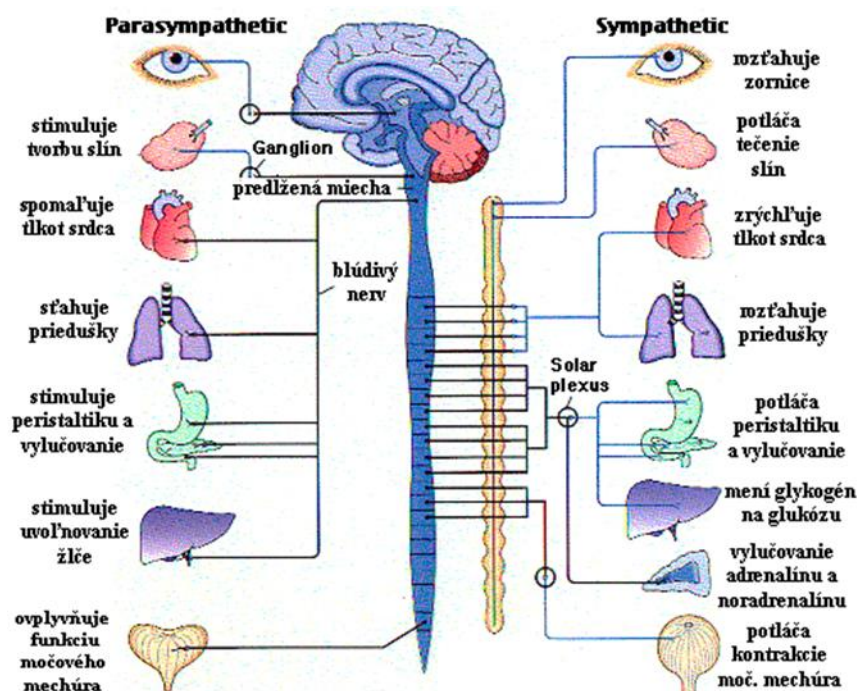
Periférny nervový systém má dve hlavné časti do ktorých patrí somatický nervový systém ktorý je pod našou kontrolou a autonómny nervový systém inak nazývaný aj vegetatívny systém ktorý koná mimo našej vôle teda podvedome.

Somatický nervový systém má úlohu plniť dve role. Predovšetkým zhromažďuje všetky informácie z vonkajšieho prostredia prostredníctvom zmyslových orgánov ako chuť, zrak, čuch atď. Vnemy ktoré sú zachytené (práve pomocou očí uši atď.) receptormi sú potom predávané zmyslovými nervovými vláknami predávané do centrálného nervového systému.

Druhou rolou somatického nervového systému je prenášanie impulzov z centrálného nervového systému motorickými vláknami do kostrových svalov a tým dosiahneme pohyb.

Autonómny nervový systém sa bez zapojenia našej vôle zúčastňuje predovšetkým na udržiavaní automaticky funkcií orgánov. Medzi tieto orgány patrí napríklad srdce, pľúca, črevá ale aj krvné cievy a pohlavné orgány. Skladajú sa len z motorických vlákien ktoré tvoria spojnicu medzi miechou a rôznymi svalmi.

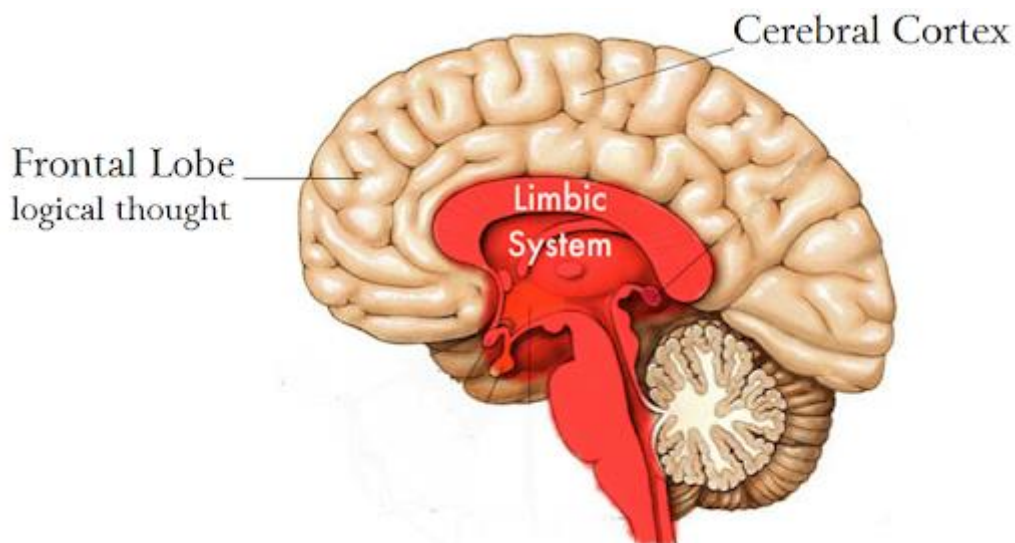
Autonómny nervový systém sa delí na dve hlavné časti. Tieto časti sú známe ako sympatický autonómny systém a para-sympatický autonómny systém. Oba sa odlišujú od svojich chemických mediátoroch na synapsách , kde nervové vlákna dosahujú cieľových orgánov. Každý má inú stavbu a každý má iný efekt na dané orgány. Vlákná zo sympatikusu vychádzajú z krčnej, hrudníkovej a driekovej časti miechy. Vo vláknach sympatika sa uplatňuje ako sprostredkovateľ noradrenalín.



Obrázok 3 Sympatický a para-sympatický systém [3]

Vlákná para-sympatika vychádzajú z mozgového kmeňa a križového oddielu miechy. Vo vláknach para-sympatika sa uplatňuje ako sprostredkovateľ acetylcholín. Napríklad para-sympatické nervy inervujúce dýchacie cesty spôsobujú ich zúženie (bronchokonstrikcia) avšak sympatické nervy spôsobujú naopak ich rozšírenie (bronchodilatácia). Celý autonómny nervový systém je kontrolovaný oblasťou mozgu zvanou hypotalamus. Ten dostáva informácie o akýchkoľvek odchýlkach napríklad v chemickom zložení vnútorného prostredia a tým zaistí aby autonómny systém zariadil úpravu týchto odchýliek a vrátil tak organizmus do rovnováhy (viď. Obrázok č. 3). Ak v dôsledku cvičenia klesá v tele hladina kyslíku, hypotalamus vydá inštrukcie autonómnemu nervovému systému aby zvýšil frekvenciu srdcovej činnosti a tým rýchlejšie a koncentrovanejšie zásoboval telo kyslíkom pomocou okysličenej krvi.

Limbický nervový systém možno špecifikovať ako emocionálny mozgu jedinca. Limbický systém patri medzi jednu zo funkčných sústav centrálného nervového systému. Tento systém sa nachádza v podkôrovej časti mozgu a tvoria ho niektoré oblasti mozgovej kôry. Limbický systém majú všetky cicavce avšak cicavce ktoré majú značne obmedzený predný mozog ho majú vyvinutejšie lepšie.



Obrázok 4 Limbický systém [4]

Limbický systém sprostredkováva spojenie medzi autonómnou nervovou sústavou a hypotalamom. Limbický systém má tri hlavné funkcie. Prvou z nich je funkcia somatická ktorá napríklad sprostredkováva informácie o tele ako sexuálne pudy alebo potrava.

Ďalšou funkciou je funkcia autonómna, ktorá spôsobuje aby organizmus trávil potravu alebo činnosť srdca a treťou funkciou limbického systému je funkcia senzitívna do ktorej patria emócie, správanie, učenie, pamäť a teda aj stres.

Z týchto informácií môžeme vyčítať že limbický systém je úzko spätý s emočnými reakciami jedinca Medzi ktoré patrí nielen príjemné ale aj nepríjemné emócie. Z limbického systému je napríklad vyvolaný pocit strachu a pocit celkového správania človeka. Aj keď limbický systém podlieha tlmivému pôsobeniu mozgovej kôry, nemožno vôľouspustiť alebo zastaviť afektívne prejavy a city. Spoločne s podlôžkom (hypotalamom) (viď. Obrázok č. 4) vytvára integrovaný systém, ktorý reguluje reakcie organizmu na vonkajšie podnety. Tento systém má význam pre celý rad vyšších funkcií mozgu, ako sú emócie, motivácia, učenie a pamäť.

1.5 Psychologické reakcie

Podľa Práškovej a Praška sa dá vnímať stres v psychologickom chápaní vo 4 vzájomne sa ovplyvňujúcich hlavných úrovniach ktoré sú:

- Myslenie
- Emócie
- Chovanie
- Telesné príznaky

V myslení sa prejavuje stres takže že si robíme starosti. Väčšinou náš mozog obsadia negatívne postoje voči rôznym situáciám. To na náš organizmus pôsobí ako zvýšené napätia tým pádom sa automaticky spúšťa výroba daných hormónov ktoré podvedome podnecujú stres. Preto je veľmi dôležité dávať si pozor na rôzne myšlienkové pochody keďže jedna myšlienka nadväzuje vždy na ďalšiu, teda pokiaľ ide o negatívnu myšlienku, nasleduje za ňou ďalšia a telo sa začína nastavovať od stresového postojú a obavy sa nám neustále budú točiť v hlave. To má za následok to že sme menej sústredený, úbytok logického myslenia, pomalá reakcia na vonkajšie vnemy a zhoršenie krátkodobej aj dlhodobej pamäti. Je viacero indikátorov, na ktoré poukazuje stres. Prejavujú sa najmä v emóciách, chovaní ale aj v telesných príznakoch. [5]

U človeka na ktorom sa prejavuje emocionálny stres je typickým znakom hnev, nepohoda úzkosť, bezmocnosť, bezradnosť, nadmerná hlučnosť, afekt atď.. Táto nálada u jedinca ovplyvňuje jeho správanie a to spätne ovplyvňuje jeho myslenie.

Správanie u jedinca ktorý sa nachádza pod stresom a nie vždy sa prejavuje v jeho chovaní. Ak áno, môžeme ho vidieť napríklad pri vyhýbaní sa povinnostiam a zodpovednosti, vyhýbanie sa ľuďom, je nespôsobilý robiť rozhodnutia, neskoršie alebo absolútne si neplnenie úloh, nervozita, zvýšené konflikty. Všetky tieto reakcie sú spojené s náklonnosťou k podozrievaniu a ku agresívnemu chovaniu. [6]

Telesné príznaky jedinca ktorý sa nachádza v strese je možné sledovať na psychosomatických problémoch. Psychosomatika je veda, ktorá sa zaoberá pôsobením duševných a telesných problémov, ktoré na seba vzájomne súvisia, teda význam duševných pochodov pre vznik a priebeh telesných chorôb.

Psychosomatický znamená psychicky ovplyvňujúci fyziologický proces alebo jav. Keďže táto veda nie je až tak veľmi známa, veľa jedincov si nevie dať do súvisu že ich telesné, resp. zdravotné problémy môžu mať páve z prežívania stresu. Jednými z mnohých príznakov sú: ťažké búšenie srdca, zovretie hrude, bolesť hlavy, bolesť kostry, problémy so spánkom, problémy s dýchaním, triaška atď[7].

2 Stres

Slovo stres je odvodené z latinského slova *strictus*, čo je minulé prídavné sloveso *stringere* čo v preklade znamená uťahovať alebo stláčať. Postupom času si zo slova *stringere* Francúzi odvodili slovo *estrecier* čo znamená prinútiť. V praxi to teda znamená byť vystavený podnetom z vonkajšieho prostredia. Ľudský organizmus môže zažívať stres príjemný ale aj stres nepríjemný, preto aj existuje mnoho definícií stresu. Jeden z faktorov aj je ako daní interpreti stres chápu.

Vyššie spomenutý Sales definoval stres veľmi obecné preto sa v priebehu doby zaujímali vedci podrobnejšie. Lazarus definoval stres ako : *„Nárok na jednotlivca, ktorý presahuje jeho schopnosť vysporiadať sa s daným nárokom a bez problémov mu čeliť.“*[8]

Jednu z ďalších definícií stresu skonštruoval Ján Cimický ktorej princípom je že *„všetko čo nás vlastne obklopuje a pôsobí na nás je stres či už ide o veci predvídateľné alebo o neočakávané.“*[10]

Jednou z najnovších definícií je definícia podľa Schreibera ktorá hovorí, že stres je akýkoľvek vplyv životného prostredia, či už ide o fyzikálny, chemický, sociálny, psychologický alebo politický, ktorý ohrozuje zdravie niektorých citlivých jedincov[8]. Táto definícia obsahuje takmer všetky doterajšie informácie týkajúcej sa témy stresu.

Výstižná definícia podľa Krivohlavého, ktorá vraví že, *„stresom sa obvykle rozumie vnútorný stav človeka, ktorý je buď priamo niečím ohrozovaný alebo ohrozenie očakáva a pritom sa domnieva, že je obrana proti nepriaznivým vplyvom nie je dostatočne silná.“*[9]

Výraz stres je v dnešnej dobe veľmi populárny a používa sa nielen v profesionálnej forme, ale aj v hovorovej. Stres môžeme považovať aj za nejaký súbor, ktorý je

súčasťou regulačných mechanizmov nastupujúcich pri ohrozeniach vnútornej homeostázy organizmu. Je to teda forma poplachovej reakcie na podnet. To znamená že táto reakcia organizmu môže zareagovať tak, že úplne reštituuje, alebo v opačnom prípade, teda v tom najhoršom, môže organizmus zareagovať zrútením, dokonca až smrťou.

Najčastejším a zároveň optimálny výsledok dosiahne organizmus vtedy, keď sa stresová záťaž opakuje a vznikne adaptácia organizmu voči konkrétnej situácii. Významným prípadom reakcie organizmu na telo, je senzibilácia, čo znamená zvýšenie alebo rozšírenie spektra citlivosti. Na neurofyzologickej terminológii sa stres považuje ako odpoveď organizmu, ktorou nejaký vonkajší podnet ktorý odborne nazývame stresor. [8].

2.1 Stresory

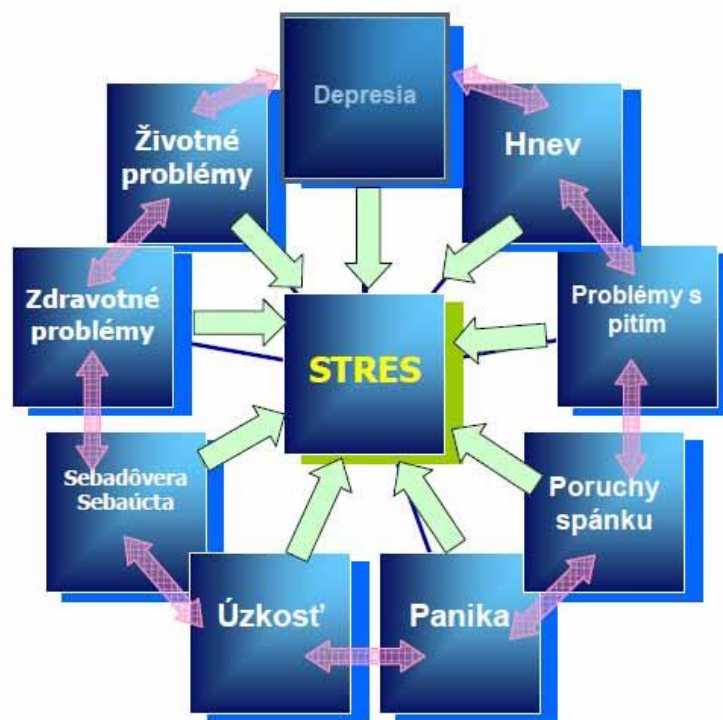
Stresory rozdeľujeme na vnútorné a vonkajšie ktoré môžu byť pozitívne inak nazývané eustres a negatívne, inak nazývané distres. Eustres a distres sa líšia tým ako na nich reagujeme. Pri rôznych situáciách ako napríklad narodenie potomka prežívame príjemné a intenzívne emocionálne napätie. Naopak, pri smrti rodinného príslušníka, reaguje ľudský organizmus pocitom smútku, bezmocnosti a neistoty.

Vonkajšie stresory sú stresujúce situácie ktoré pôsobia na organizmus z vonkajšieho prostredia a je nemožné ich okamžite zmeniť. Medzi takéto stresory patria napríklad hluk, ktorý je význačným indikátorom stresu vo väčších skupinách, ktoré bývajú v mestských častiach v blízkosti hlučného prostredia, akým je napríklad letisko. Jeden z ďalších stresorov môže byť uzavretý priestor, náhle extrémne teploty alebo farby, ktoré majú fyzický aj psychický účinok a majú v našich životoch veľký význam, keďže môžu veľmi ovplyvniť našu náladu a vnímanie.

Svetlo, bez ktorého je nepredstaviteľné žiť na našej planéte Zem nielen čo sa týka fotosyntéznych procesov v prírode ale aj u ľudských organizmov. V ľudskom organizme reguluje hladinu melatonínu.

Melatonín je hormón, ktorý je produkovaný v mozgu v šuškovitom teliesku. Podmieňuje cirkadianný rytmus nielen u cicavcov, ale aj u rastlín, baktérii a húb. Ide teda o spánok, náladu a celkový rytmus jedinca. Ďalším vonkajším stresorom je spoločnosť, či sa už jedná o životné udalosti ako smrť rodinného príslušníka alebo strata zamestnania, alebo aj hrubosť na pracovisku.

Vnútorné stresory patria do druhej kategórii stresorov, ktoré na organizmus pôsobia z vnútra. Na rozdiel od vonkajších stresorov, je možné ich čiastočne ovplyvniť. Niekedy môžu ovplyvniť mentálne vnímanie negatívnym spôsobom širokých rozmerov, kedy je potrebné vyhľadať odbornú pomoc. Väčšinou sa tak stáva pokiaľ ide o závažne činitele spôsobujúce stres. Jeden z hlavných vnútorných stresorov patrí životný štýl. Ide teda o to, či sa jedinec stravuje zdravo, či má dostatok spánku, alebo či neprijíma príliš vysoké dávky kofeínu. (viď. Obrázok č. 5)



Obrázok 5 Situácie vyvolávajúce stres [5]

Ďalší stresor môže byť aj negatívny postoj voči seba samému. Človek ktorý je príliš sebakritický a má pesimistické zmýšľanie bude vždy vnútorne nepokojný a nevyrovnaný, čo sa bude prejavovať na jeho nálade voči okoliu.

V prípade, že si rozdelíme tieto hlavne stresory na stresory fyzikálne, ako je napríklad chlad, teplo, toxické ovplyvnenie a pod., a na vplyvy psychologické, ktorými sú napríklad úzkosť, eustres, distres, zistíme, že sa tieto dva veľké celky spájajú na neuro-hormonálnej úrovni.

Podľa Selyeho predpokladu fyziologickej reakcie organizmu je že sa zvyšuje iba sekrécia ACTH a na ňu sa naväzuje sekcia kortikoidov. ACTH – je adrenokortikoidný hormón, teda hormón predného laloka hypofýzy. Stimuluje nadobličky k produkcii glukokortikoidov a mineralokortikoidov. [11]

Hormón sa dá stanoviť z krvného vyšetrenia. Kortikoid alebo tiež nazývané kortikosteroidy sú skupina steroidných hormónov taktiež vytvárajúcich sa v nadobličkách. Zasahujú do niektorých fyziologických systémov, ako odpoveď na stres, ale aj imunitná odpoveď, zápal organizmu a rozklad proteínov. Podľa posledných výskumov však ukazujú že nejde iba o ACTH, ale aj o komplexnejšiu odpoveď vysokého počtu rôznych hormónov a peptidov hypofýzy, spolu s reakciou centrálnej nervovej sústavy. Na podnet hormónu ACTH, uvoľňuje vonkajšia vrstva nadobličiek hormón kortizol, ktorého hlavnou funkciou je, aby telo dostatočne rýchlo reagovalo na záťažové situácie.

2.2 Ľudský faktor v zamestnaní a stres

Každé zamestnanie, v ktorom sa jedinec nachádza a s prostredie v zamestnaní, ktoré ho obklopuje, má nejakým spôsobom vplyv na jeho aj psychologické rozloženie. Ergonómia je veda, ktorá sa zaoberá vzťahmi medzi jedincom a okruhom ktorý ho obklopuje, či už ide o závažie, s ktorým musí pracovať, alebo teplota, v ktorej sa počas

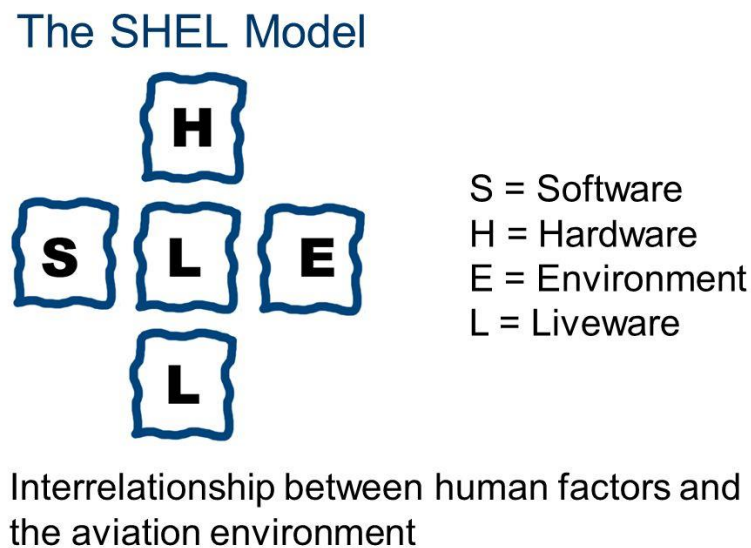
vykonávania práce vyskytuje. „*Leteckou ergonómiou definovanépoňatie, je základom bezpečnosti leteckej prevádzky.*“[12]Na porozumenie organizácie a rôznych usmernení systémových vzťahov v ergonomických sústavách bolo navrhnutých niekoľko názorných schémach.

Model SHELL →S ako software - teda program, H ako hardware teda stroj, E ako enviroment teda prostredie, L ako liveware teda ľudia. Do tohto symbolu patrí obsluha na letisku, posádka v lietadle. L tak isto liveware, ako operátor, ktorí je ľudský prvok, ktorý sa priamo účastní, teda napríklad pilot, alebo riadiaci pracovník letovej prevádzky. Sú to taký operátori, ktorý konkrétne obsluhujú daný stroj, alebo majú na zodpovednosť určité rozhodnutia. Znamená to že vykonávajú aktívne svoju funkciu, teda činnosť, kontrolujú ich výsledok a sú zodpovedný voči stroju.

„Chápanie ľudského faktora v leteectve vyplýva z poznatkov prírodných, spoločenských a technických vied a je smerované na docielenie plynulej, bezporuchovej a bezpečnej prevádzky. Môžeme to poňať ako tímový obor ľudského správania, čo znamená, že na vyriešenie každého špecifického problému sa spoločne podieľajú odborníci najrôznejších zameraní a to isté platí pre jeho aplikáciu v prevádzkových podmienkach. Aby sa ľudia medzi sebou dorozumeli aj napriek tomu, že majú rozdielne zameranie (napr. v práci), bolo nutné vytvoriť jednotný myšlienkový základ a terminológiu ľudského faktoru. Takýmto zjednocujúcim základom sa stal tzv. konceptuálny model SHELL.“[13]

MODEL FAA→ Ďalší ergonomický model je takzvaný model FAA, teda model, ktorý dáva do popredia federálny letecký úrad. Tento model čerpá zo 4 hlavných zdrojov vonkajšieho tlaku, ktorý pôsobí na ľudský prvok. Ľudský prvok (LP) sa udáva od toho, v akom stave sa nachádza jedinec. Prihliada sa na to či je jeho zdravotný stav je v poriadku, či je jedinec v harmonickom emočnom rozpoložení, alebo aj či sa nachádza v zdravej športovej kondícii, ale aj na akom leveli sa nachádzajú jeho zručnosti v danom obore. Tieto všetky indikátory znázorňujú celkový psychický aj fyzický stav jedinca. Ďalšia z charakteristík je sú totožné s modelom SHELL, teda S pre stroj a P pre

prostredie. M je totožne s písmenom S v modeli SHELL avšak navyše zahŕňa nielen kultúru vzťahov, ale aj komunikáciu medzi nadriadenými a podriadenými. Prvok Ú sa odvodzuje podľa levelu náročnosti letu, teda podľa záťaže úlohy.



Obrázok 6 Model SHELL [6]

2.3 Situačné riešenie stresového faktoru u pilotov po haváriách

Ľudský faktor môže veľmi ovplyvniť reakcie pilotov behom letových operácií. Nesprávna reakcia pilotov môže vyvrcholiť v nešťastnú udalosť, akou môže byť napríklad havária. Keďže za nehodou s a nemusí skrývať iba systémová chyba alebo konštrukčná chyba, ale práve aj chyba v ľudskej výkonnosti. Keďže prvé dve spomenuté chyby môžeme pokladať za hmotné a merateľné dôkazy, ľudskú výkonnosť tam zaradiť nemôžeme.

Ľudské chyby sú zaraďované skôr do kvalitatívnych rázov a sú veľmi často nie úplne jasné.

„Definovanie exaktne presného dôvodu takýchto chýb je veľmi komplikovaný. Pri vyšetrovaní mechanických a konštrukčných väd používame omnoho rafinovanejšie a

komplexnejšie techniky, ako pri vyšetrowaní ľudského faktora. Pri definovaní ľudského faktora, sú tieto analytické techniky nie úplné exaktné. Jedným z ďalších dôvodov prečo je táto technika nie úplne presná je, že je veľmi obmedzená možnosť cviku v simulátoroch, čo sa nikdy nemôže vyrovnáť skutočnej situácii, ktorú môže pilot zažiť počas rôznych manévrov alebo situácii. Preto je veľmi komplikované priblížiť sa ku predpokladu situácie aká môže nastať.“ [14]

Preto počas vyšetrowaní rôznych nehôd, nie sú výsledky ohľadom takýchto techník úplné smerodajné. Miera leteckých nešťastí, ktoré sú spôsobené práve ľudským faktorom, zostáva relatívne vysoká a konštantná, keďže ako je vyššie spomínané, nie sú exaktné techniky a databázy, podľa ktorých by sa mohlo viesť vyšetrowanie, respektíve definovať konkrétnu chybu.

U pilotov, ktorý pochybili počas rôznych leteckých situácii až katastrof nie je úplné jasne ako definovať konkrétne prejavy alebo konkrétnejšie, ich zhoršujúci sa psychologický alebo aj fyzický stav. Toto môže ovplyvniť napríklad únava, stres, ochorenie, nálada. Tieto prejavy je veľmi ťažko definovať u pilotov a celej posádky počas tragických nehôd. Pokiaľ by sme sa chceli dostať ku čo najbližšiemu a najobjektívnejšiemu výsledku, potrebujeme spoľahlivé analýzy, do ktorých započítame všetky jednotlivé príčiny z akého dôvodu by mohlo dôjsť ku zlyhaniu ľudského faktora.

Ako modelovú situáciu kde zlyhal predpoklad na definovanie psychologických problémov u pilota je napríklad let z Barcelony do Dusseldorfu.. Let spoločnosti Germanwings s číslom 9525 dňa 24.marca 2015 začalo najprv náhle strácať výšku vo vysokej rýchlosti a následne narazilo do hory neďaleko Francúzskeho mesta Nice. Pri vyšetrowaní sa zistilo že táto nehoda bola jednoznačne zapríčinená úmyselným činom co-pilota.

Mladý 27 ročný co-pilot sa uzavrel do kokpitu lietadla a úmyselne nasmeroval lietadlo ku katastrofe. Nikto presne nezistil, čo ho k tomuto činu viedlo, alebo čo mohlo ovplyvniť jeho konanie. Cieľené zavinenie vlastnej smrti je problémom, ktorý je vždy psychického rázu a co-pilot v tomto prípade nechcel pripraviť o život len sám seba, ale

aj celú posádku lietadla a všetkých pasažierov, ktorý sa v tomto lietadle nachádzali. Co-pilot mal už v minulosti psychické problémy, keďže v roku 2009 mu zamietli obdržanie psychologického certifikátu. Napriek tomu, že sa pokúsil o opätovné odvolanie, certifikát sa mu nepodarilo získať. Až po nasledujúcom vyšetrení dostal zelenú a nanešťastie sa mu darilo si ho každoročne obnovovať. Posledný certifikát, ktorý získal, a ktorého psychologické testy mali odhaliť, že nie všetko je v poriadku, mal validáciu až do 14. augusta 2015, teda necelých 5 mesiacov po nehode.

Práve pri takejto situácii môžeme vidieť, že napriek niekoľkým kontrolám, rôznym testom a modelovým situáciám, nie je možné, aby bolo jasne definované psychologické rozpoloženie pilota alebo co-pilota. Psychotesty používané pri testoch záchranných zložiek, pilotov a ľudí, na ktorých záležia ďalšie ľudské životy, sú síce veľmi efektívne, ale bohužiaľ nie dokonalé. Preto definovať psychickú stabilitu jedinca je doteraz veľmi náročné, ako v leteckej oblasti, tak aj vo všetkých ďalších oblastiach, a je teda naďalej na ľuďoch, na kolegoch, pilotoch, spolupracujúcich, letuškách, a teda primárne na ľudskom odhade, aby sme sa snažili čo najviac eliminovať chybu ľudského faktora.

3 Pilot a stresová záťaž

Každý pilot musí absolvovať komplikovaný a náročný tréning nielen teoreticky ale aj prakticky. Na to aby sa takáto osoba stala pilotom musí taktiež splniť požiadavky, ktoré sú potrebné na vykonávanie tejto profesie. Vycvičenému pilotovi je zverená letecká technika, ktorá ma niekedy hodnotu v radoch miliónov dolárov. Z toho vyplýva že je dôležité aby si pilot takúto techniku osvojil a do detailu ju poznal. Práve preto akú veľkú zodpovednosť piloti majú, odpovedá jej stresová záťaž ktorá na pilota pôsobí. Súčasťou morálnej výbavy každého pilota, by mali byť nasledujúce psycho-fyziologické faktory:

- Rovnaká poloha v pracovnom pohybe
- Vysoká informačná záťaž
- Vysoké požiadavky na pozornosť
- Vysoký stupeň aktivity a iniciatívy, čo sa týka aj improvizacyjnych schopností
- Vedomie sústredujúce sa na zodpovednosť splnenia úlohy a bezpečnosť

Pod rovnakou polohou v pracovnom pohybe si môžeme predstaviť že piloti majú počas celého letu rovnakú pracovnú polohu a to po niekoľko hodín pričom ich pohyby sú značne obmedzené počas celej dĺžky letu. Ďalšou nevýhodou je že niektoré časti tela sú namáhané často, naopak niektoré časti tela nie sú používané takmer vôbec.

Vysokou informačnou záťažou sa rozumie že je potrebné aby bol pilot počas celej pracovnej doby schopný kontinuálne spracovávať veľké množstvo informácií. Požiadavky na pozornosť pilota sú veľmi dôležitým faktorom, aj pri neočakávaných situáciách, kde je potrebné aby pilot zareagoval správne a načas a tým sa vyhol napríklad leteckému nešťastiu alebo iným udalostiam.

Ďalší bod úzko súvisí s vysokou pozornosťou a čo sa týka iniciatívy musí si byť pilot istý a vedieť delegovať posádku počas rôznych situácií. Ďalší bod teda zodpovednosti za jeho činy a reakcie ktoré mohli situáciu úspešne vyriešiť ale aj nie. Z toho dôvodu sa

hovorí že by mal kapitán opúšťať lietadlo ako posledný. Je všeobecne známe že povolanie, ako pilot, patrí medzi rizikové povolania. Zaraduje sa tak z dôvodu, že je oveľa vyššia pravdepodobnosť smrteľného úrazu napriek tomu že letecká doprava sa považuje medzi najbezpečnejší druh dopravy zo všetkých. Ako príklad si môžeme dať vojnových letcov, ktorý sa stretávajú počas rôznych výcvikoch s odlišnými záťažami fyzickými, psychickými ale aj emočnými. Všetky tieto odlišné záťaže môžu predstavovať riziko voči nasledujúcim reakciám. Pri takýchto situáciách reaguje ľudský organizmus stereotypne a to je stres. Problémom je že stres teda veľmi ľahko môže ovplyvniť rozhodovanie človeka a pokiaľ ide o dlhotrvajúce a opakovateľne môžu trvalo poškodiť jedinca. Dobrou správou je že každý jedinec je schopný tréningom zvyšovať latku znášanlivosti stresu. Na takéto situácie slúžia rôzne tréningy. Najfrekvencovanejšie záťaže sa delia do dvoch skupín.

Fyziologická skupina:

- Preťaženie
- Klimatické extrémny
- Rozvrat biorytmu

Psychosociálna skupina:

- Zodpovednosť
- Životné zlomy
- Vynechávajúce partnerstvo [12]

Pod preťažením si môžeme predstaviť nejakú silu ktorá pôsobí na ľudské telo alebo na hoci aké teleso. Táto sila je väčšia ako tiaž. V praxi si pôsobenie preťaženia môžeme predstaviť pri zrýchľovaní rakety, ktorá sa vydáva na cestu do vesmíru. Pri tréningoch stíhacích pilotoch alebo kozmonautoch sa používajú rôzne centrifúgy kde sa meria ich odolnosť voči tiaži.

Klimatické extrémny sú pre pilota ďalším faktorom ktorý môže oslabovať jeho imunitu. Pri dlhých letoch s rôznymi kútmi sveta sa pilot môže nachádzať jeden deň v tropickom pásme a o pár hodín neskôr v blízkosti polárneho pásma.

Ďalším fyziologickým faktorom ktorý pôsobí na zdravie pilota je aj možnosť rozvratu biorytmu. Tak ako prekonávanie veľkých diaľok má za zodpovednosť nielen zmeny klímy ale aj rozvrat biorytmu pilota ktorý môže mať za následok nasledujúce nie úplne dobitie energie na ďalšie úkony. Biorytmus môžeme chápať ako pravidelnosť medzi striedaním psychických fyzických stavov. Preto práve povolanie pilota je veľmi náchylné na to, aby sa pilotovo telo dostalo do rozvratu biorytmu.

Medzi psycho-sociálne skupiny patrí aj zodpovednosť. Tým sa rozumie že pilot má počas celého letu zodpovednosť nad každým úkonom čo sa na palube spája. Avšak ide aj o takzvanú zodpovednosť nad prevzatím autoritatívnych rozhodnutí počas špeciálnych situácií, napríklad pri núdzovom pristáti alebo pri dôležitých rozhodnutiach. Za životné zlomy môže pilot pokladať veľké rozhodnutia vo svojom napríklad osobnom živote po ktorých dôjde k trvalým zmenám, napríklad opustenie rodného mesta kvôli kariére alebo smrť blízkeho rodinného príslušníka. Tieto veci môžu u pilota zanechať emočné stopy ktoré ho následne môže ovplyvniť v kariérnom živote.

Vynechávajúce partnerstvo môže mať taktiež veľký vplyv na pilota. Utužovanie nielen rodinných vzťahov pomáha pilotom ku emocionálnej rovnováhe čo má pozitívne vplyvať na jeho rozhodnutia počas úkonov v práci.

Emocionálna stabilita dopomáha ku mentálnej rovnováhe pilota čo zapríčiňuje mimo iné aj správne nastavenie voči celej posádke, avšak stále najdôležitejším dôvodom je mentálna harmónia a správna reakcia pri nečakaných situáciách. Naopak ak sa pilot nachádza v opačnom stave, respektíve má problémy so svojím rodinným životom, je možné že sa to prejaví na jeho pracovnom výkone aj pri riešení rôznych nečakaných situácií. Takéto negatívne morálne rozpoloženie pilota môže mať tak isto vplyv aj na posádku čo taktiež ak nastane stresová situácia nie je úplne vhodné, keďže celá posádka

bude v značnom napätí čo môže znamenať že tým pádom nebudú úplne správne reakcie a rozhodnutia daného problému.

V leteckej sa posádka môže stretnúť aj s takzvaným skupinovým stresom. Ide o problém tímového rozhodovania a jednania ktorý môže ohroziť efektívnosť. Posádka alebo konkrétne pilot a co-pilot musí reagovať v dostatočne rýchlom čase a kvalitou rozhodnutia. Počas takejto komplikovanej situácii nemôžu zažívať rôzne pocity ako napríklad úzkosť a studený pot, svalový tras, zvýšenie srdcovej činnosti. Všetky tieto faktory tým pádom spôsobujú zhoršenie nielen kognitívnych schopností, ale aj fyziologických schopností. V tom prípade skupina prejavuje menšiu myšlienkovú činnosť v porovnaní pokiaľ jedinec rozhoduje na vlastnom rozhodnutí.

Ďalší stres ktorý môže zažívať sa nazýva bojový stres. Bojový stres je normálnou reakciou jedinca bezprostredne zapojeného do boja. Toto jednanie má dve východiská. Buď môže jedinec zareagovať pozitívne alebo negatívne. Pozitívne znamená že sa prejavy jeho hrdinstva avšak pokiaľ zareaguje negatívne, môže to skončiť totálnym zrútením. Reakcie na stres sú uvedené v Tabuľke :

Fyziologické Reakcie	Psychologické Reakcie
Svalové napätie a kŕče	Strach a panika
Tras alebo vnútorné chvenie	Citlivosť na hluk
Zvýšené potenie	Poruchy spánku
Zvýšenie krvného tlaku	Podráždenosť a mrzutosť
Zrýchlené dýchanie a hypoventilácia	Extrémna letargia alebo eufória

Obrázok 7 Rozdelenie fyziologických a psychologických reakcií na stres [7]

Je dôležité poznamenať, že sa tieto reakcie nemusia objaviť u jedinca v tú istú chvíľu alebo všetky reakcie naraz. To záleží, aké povahové črty a charakteristiky daný jedinec má.

Jedným z taktiež najtraumatizovanejším zážitkom ktoré piloti zažívajú je úmrtie príslušníka jednotky pri leteckej katastrofe. Pokiaľ bol jedinec priamym svedkom pri takejto katastrofe, alebo sa zúčastnil práce na mieste nehody, môže sa uňho prejavíť posttraumatická stresová porucha.

„Post traumatický stresový syndróm (posttraumatická stresová porucha, PTSD, je podľa DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th edition, by the American Psychiatric Association) definovaná ako: duševná porucha, ktorá vzniká po náhlych, život či osobnú integritu ohrozujúcich udalostiach. Neprijemnú udalosť môže zažiť priamo pacient sám alebo jeho blízky človek teda príbuzný alebo priateľ. Môže byť však prítomný aj ako svedok. V súčasnej dobe sa pozeráme na PTSD ako na: stav, kedy zlyhá začlenenie traumatického zážitku medzi ostatné každodenné skúsenosti.“ [15]

3.1 Názorné štúdie

Aby sme vedeli princíp ako následné pokusy na odhalenie stresu fungujú. Príkladné štúdie môžeme brať ako názornú ukážku zbierania dát ktoré nasledne vyhodnocujeme pomocou parametrov. Pre nie len zabránenie fyzických výpadkov ale aj mentálnych potrebujeme špeciálne merania pri ktorých sa pokúšame definovať a identifikovať mentálne zdravie a teda aj stresovú záťaž na pilot. Neexistuje úplne presne definovaný indikátor znázorňujúci stres, preto sa napríklad štúdia podľa Hormeno zaoberala práve takýmto meraním. Táto štúdia sledovala 29 pilotov španielskych armádnych síl ktorých priemerný vek bol 28.3 ± 7.4 rokov, ich výška dosahovala priemerných 178.5 ± 7.4 centimetrov a ich váha dosahovala približné 75.3 ± 8.1 kilogramov. Všetci títo piloti mali približne rovnakú prax s lietaním a skúsenosťami rôznych situácií ako napríklad vojnové konflikty v Libanone, Afganistane, Bosne a H. , Kosove alebo v Iraku. Predtým ako skúška začala im bolo presne povedané do akých situáciách sa dostanú. V stíhačke

F5 spĺňali vojenský piloti všetky úlohy a predvádzali ich v plnej uniforme ktorá vážila približne 10 kilogramov. Úlohy, ktorými mali piloti prejsť sa delili do dvoch manévrov. Prvý manéver ktorý mali piloti zvládnuť boli zamerané na útok a druhý manéver bol zameraný na obranu, kde následné porovnávali ich fyziologické parametre. Oba manévry sa odohrávali vo výške 8 000 stôp až 18 000 stôp, kde tiažová sila u oboch manévrov bola od 0.5 G až po 5.9 G. Každá úloha trvala priemerne 35 minút.

Počas týchto úloh sa pilotom sledovali rôzne životné aktivity, z ktorých sadalo nasledovne detekovať, ako budú rôzne hodnoty reagovať na situácie do ktorých sa piloti dostali.

V tejto štúdii sa merali takmer všetky indikátory a to od teploty tela (BT -body temperature), tep srdca (HR), BOS čo je zásobovanie krvi kyslíkom, kyselina mliečna v svaloch, FVC (forced vital capacity) , IHS(isometric hand strenght) a ďalšie. Z týchto merateľných údajov sa mohol spracovať takzvaný SSP teda Stress subjective perception (SSP) na stupnici od 1–100. a RPE Rating of perceived exertion (RPE), stupnici 6–20. Najdôležitejšími faktormi kde sme mohli vidieť najväčšie odchýlky boli pravé BOS,HR,FVC a USG. Počas úlohy ktorá sa zameriavala na útok bolo zistené že sa faktor HR zdvihol, avšak BOS naopak klesol. Počas defenzívy teda obrany sú významne indikátory FVC a USG. [18]

Avšak faktory ktoré priamo meria na stres teda SSP a RPE mali zvýšenú aktivitu pri nielen útočných ale v aj obranných úlohách. Je to z dôvodu že požadované úlohy mali vysokú požiadavku pozornosti a keďže to boli veľmi, komplexné a náročné manévry ktoré spôsobovali vysoké úrovne stresu. Žiadne nerovnosti sa nepreukázali ani na dátách srdcového tepu ako RMSSD, PN50, LF, HF, SD... . Na obrázku č. () Vidíme rôzne výsledky týchto parametrov.

Práve tieto dáta naznačujú že tým že piloti boli pripravený a rôzne záťažové situácie a úzkostné stavy očakávali. Z toho dôvodu neboli preukázané žiadne vyššie hodnoty pri útočných ale aj obranných častiach úlohy. Zaujímavosťou je že pri obranných ale aj útočných úlohách máme veľmi podobne psychologické odpovede na dané situácie ako

HR, BOS. Avšak pri obranných manévroch bola zvýšená kognitívna úzkosť ale aj sila v nohách a rôzne špecifikácie pre moč.

Štúdia podľa Kutilka kde primárnym faktorom sledovania bolo BPM má viac menej rovnaké závery ako štúdia predošlá. V tejto štúdií bolo odmerané pomocou SD1 že variabilita BPM počas vysoko stresových situácií a stredných situácií boli vidno značné rozdiely a to rovnako aj pri počas SD2. (Standard division) . V tejto štúdii sa pozorovali dvaja vojenský piloti Českých obranných síl. Obidvaja účastníci majú za sebou niekoľko úspešných misií a nácvikov preto ich praktické zručnosti sú porovnateľné tak isto ako ich anamnéza, od rutinných testov až po kontrolovanie ich neurologického zdravia. Na meranie rôznych psychologických parametrov a teda aj funkcie srdca sa môžu používať rôzne špecifické zariadenia od ECG electronic cardio graf až po sofistikované zariadenie akým môže byť FlexiGuard. Zariadenie FlexiGuard dokáže monitorovať počas reálneho času viaceré parametre ktoré sa môžu prejaviť počas stresových situácií.

Pomocou setov senzorov, teplomeru a ECG môžeme určiť veľmi konkrétny obraz o jeho psychologickom stave. Toto zariadenie sledovalo vojnových pilotov počas ich tréningu ktorý bežne trvá až 3 hodiny a každý sa skladá z troch submisíí ktorá každá má rozdelených viacero úloh podľa náročnosti. Piloti počas stresových situácií prežívali rôzne intervaly stresových situácií pričom mohli trvať od 10 sekúnd až po 2 minúty. Piloti počas tejto štúdia však na rozdiel od Hermanovej štúdia o niektorých úlohách dopredu nevedeli, preto sa v štúdie podľa Kutilka lepšie definujú stresové situácie a ich definovanie v reálnom čase. Preto sa z takejto štúdie dá aj lepšie predpokladať ako by piloti zareagovali počas neočakávaných udalostí. Táto štúdia bola pre pilotov o niečo náročnejšia keďže piloti mohli mať viacero stresových udalostí naraz, kde jednotlivé udalosti mali rôzne časové trvanie a takýchto stresových udalostí mohlo byť od 10 až 70 za jednu simuláciu teda výcvik. Po každej stresovej udalosti prišla stredne stresovo zaťažujúca situácia a počas nej mal pilot čas sa zotaviť z predošlej náročnejšej situácie.

Vo výsledku tejto štúdie môžeme vidieť že zníženými SD1 a SD2 odrážajú práve krátkodobú a dlhodobú variabilitu srdcovej frekvencie. Táto reakcia odpovedá zvýšenej aktivite počas stresových období. Táto štúdia demonštruje že je možné identifikovať a rozdeliť fyzické stavy od duševných a to práve vďaka BPM keďže stres ovplyvňuje ako jeden z hlavných faktorov práve srdečnú činnosť.

Podľa doterajších štúdií je zjavné že identifikovať stres a nájsť jeho indikátora bude hlavne v spolupráci so srdcom a teda srdečnej činnosti napriek tomu že zvýšene hladiny a odchýlky môžeme vidieť v množstve parametrov či už ide o krvné testy, hormonálnu rovnováhu alebo odbery z moču. Stres a jeho dôsledky môžeme pozorovať vo viacerých ukazovateľoch avšak úplne presne sa to nedá určiť. Výsledky štúdie od Kinney (4) hovoria napríklad, že počet odletených hodín resp. dĺžka letu nemá vplyv na fyziologické zmeny ako napríklad rozšírenie šošoviek v oku pilota, alebo jeho srdečný tep.

Napriek tomu frekvencia srdečného tepu môže ukazovať rozdiely stresových situácií tak ako preukázala štúdia a to tým spôsobom že boli pozorovateľné rozdiely v parametroch pri rôznych udalostiach. Napríklad pri zlyhaní motora začalo srdce reagovať minútu po uskutočnení udalosti a to tým spôsobom že medzi prvou až štvrtou minútou sa snažil pristáť. Tieto úlohy sa vždy rozdeľovali taktiež medzi očakávanú udalosť alebo neočakávanú. Samozrejme pri neočakávanej bol srdcový tep značne rýchlejší teda vyšší ako pri očakávanej udalosti. Avšak s porovnaním srdcového tepu pilotov pri očakávanej udalosti oproti bežnému bezproblémovému letu sú taktiež zvýšené.

Táto štúdia nám ponúka možnosť že práve srdečný tep môže byť dobrý identifikátor na detekciu stresu keďže pri bežnom lete nebol zvýšený ale pri neočakávanej ale aj očakávanej udalosti ako napríklad zlyhanie motoru sa srdcový tep zvýši. Tak ako sme zistili aj v ostatných štúdiách, preukázali sa aj iné indikátory ktoré sa prejavujú počas stresu napríklad zúženie šošoviek avšak tieto ukazovatele nie sú úplne vhodnými adeptmi na definovanie stresu. Štúdia ukázala že nečakané udalosti v leteckom

simulátore môže viesť k rôznym fyziologickým zmenám ako napríklad vzrušenie až ľaknutie sa.

Táto štúdia taktiež ukazuje že pri očakávaných ale aj neočakávaných udalostiach stres nemá vplyv na anatomické vlastnosti u pilotov či už situáciu očakávanú alebo neočakávanú vyriešili úspešne alebo neúspešne.

3.2 Fyziologické indikátory

Stres ovplyvňuje všetkých ľudí bez ohľadu na pohlavie, vek, rasu, príslušnosť, národnosť, inteligenciu. Je dokázané že aj novonarodené dieťa môže pociťovať stres a mať pri tom zvýšenú hladinu stresových hormónov. Pokiaľ sa ľudský organizmus vystavuje častým stresovým situáciám, môže prejsť do stavu tzv. chronického stresu. Chronický stres môže spôsobiť rôzne príznaky medzi ktoré patria:

- Úzkosť,
- Podráždenosť
- Depresia
- Migrény
- Nespavosť

Pokiaľ človek neurobí určité opatrenia voči týmto príznakom môžu spôsobiť rôzne psychické choroby pri dlhodobom neliečení.

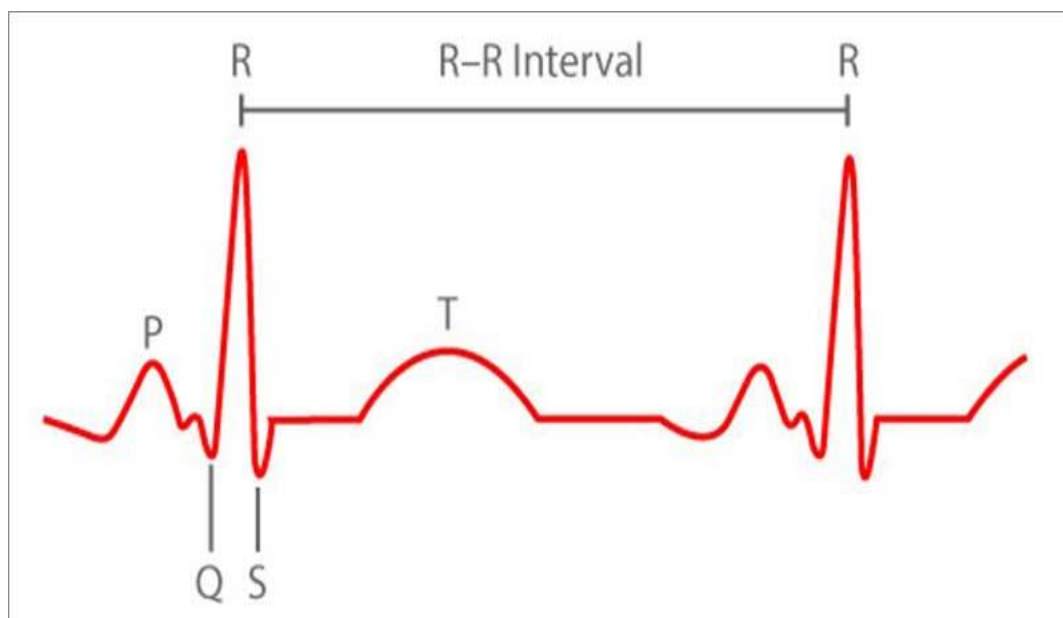
Stresové situácie ktoré sa vyskytujú každý deň okolo nás, na nás pôsobia rôznymi fyziologickými indikátormi. Keďže pri stresových situáciách telo vylučuje vyššie hladiny určitých hormónov, dôsledky na jedinca nie sú sa neprejavujú iba vnútornými zmenami jedinca ale môžu byť fyzické. Takéto zmeny nazývame fyziologické. Hormóny ktoré organizmus vylúči pri stresujúcich situáciách sa začnú prejavovať rôznymi indikátormi. Tieto indikátory sú v podstate varovné signály, ktoré sú vysielané do mozgu.

Tieto informácie sa následne spracovávajú v určitej časti mozgu ktorá sa nazýva hypotalamus. Táto časť je centrom, ktorá riadi takmer všetky vegetatívne funkcie ale hlavne pripravuje orgánové sústavy na nielen zvýšenú záťaž fyzickú ale hlavne psychickú. Signály z tejto časti mozgu sa šíria pomocou nervového systému ktorý spravuje intenzitu činnosti vnútorných orgánov. Nervové výkyvy sa prejavujú taktiež v dreni nadobličiek, ktoré stimulujú výrobu hormónov ako adrenalín a noradrenalín. Zvýšená hodnota adrenalínu sa prejavuje rôznymi ukazovateľmi ako napríklad:

- Odkrvenie prstov
- Zrýchlený tep srdca
- Husia koža
- Rozšírene šošovky
- Zvýšenie napätia kostrového svalstva
- Zrýchlenie dychu

4 Metódy

Metódy merania srdcovej variability sa meria najmä meraním pomocou intervalov RR z EKG, elektrokardiogram. Intervaly RR si vieme predstaviť ako dĺžku srdcovo-komorového cyklu, kde sa meria medzi dvoma maximálnymi hodnotami kmitov. R-R je základný interval ktorý sa používa pomocou EKG na znázornenie srdcovej variability. Existuje však aj interval P-P ktorý predstavuje srdcový cyklus ale jeho presná identifikácia pomocou EKG je technologicky veľmi náročná. Preto sa používa R-R interval ktorý sa ľahšie detekuje a je presný na toľko aby vyhovoval požiadavkám na skúmanie rôznych parametrov srdca. (viď. Obrázok 11)



Obrázok 81 Charakteristiky srdcového napätia [11]

Vďaka elektrokardiogramu môžeme získať rôzne hodnoty napätia ako napríklad už vyššie spomenutá vlna „P“. Každá hodnota napätia znamená inú fyziologickú akciu. Vlna P predstavuje depolarizáciu predsieň pred kontrakciou srdca. Začiatok vlny „P“ predstavuje depolarizáciu pravej predsieň a koniec vlny „P“ predstavuje depolarizáciu ľavej predsieň. Vlna predstavuje to isté iba vyjadruje repolarizáciu. Pomocou EKG vieme získať aj rôzne úseky resp. intervaly ako napríklad interval QT

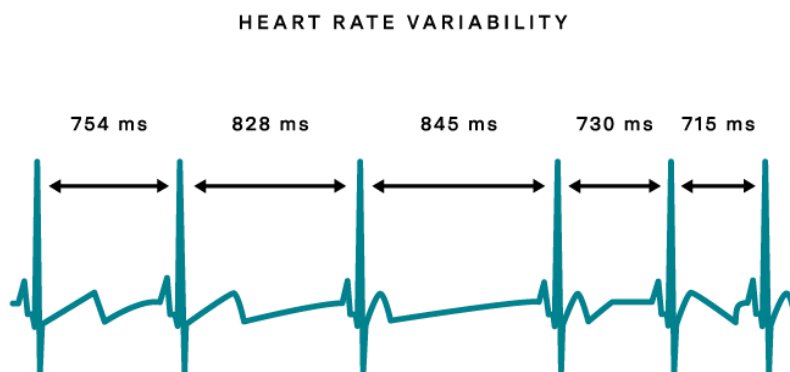
je zloženie dvoch vln ktoré reprezentujú začiatok repolarizácie srdca a koniec depolarizácie srdca. Existujú aj ďalšie možnosti merania srdečnej aktivity ako napríklad nepretržité zaznamenávanie srdečného tlaku. Vďaka takémuto záznamu vieme identifikovať maximálnu hodnotu teda R-R interval. [21]

4.1 Srdcová variabilita

Srdcová variabilita, často označovaná ako HRV teda heart rate variability doslovne znamená premenlivosť v činnosti srdce. Skúma srdcovú frekvenčnú činnosť. Zdravý jedinec sa dokáže rôznym záťažiam rýchlejšie prispôbiť, a je tak preto, lebo má vyššiu variabilitu srdečnej činnosti. (viď. Obrázok č.7) Organizmus dokáže rýchlejšie odpovedať na vonkajšie a vnútorné nároky ale aj podnety.

Stres ako jedným z dôležitých faktorov, alebo nezdravý životný štýl, jedlo a fajčenie dokážu znížiť frekvenciu srdcovej variability a tým aj výkonnosť. Pre človeka je prirodzené a zdravé aby boli malé odchýlky intervalov medzi pulzmi.

Pokiaľ je pravidelná srdcová činnosť s veľmi malými medzerami medzi pulzmi, môže to znamenať disreguláciu autonómneho nervového systému ale aj zníženie výkonnosti kardiovaskulárneho systému a úrovne psychosomatického zdravia. Srdcová variabilita je veľmi dobrým indikátorom na stres a taktiež jedna z najúčinnjších metód určenia zdravotného rizika. Vo všeobecnosti platí že vekom sa HRV teda srdcová variabilita znižuje. Je viacero faktorov ktoré môžu srdcovú variabilitu nejakým spôsobom ovplyvniť.



Obrázok 9 Znáozornenie srdcovej variability [6]

Například stres, zlý spánok, alkohol, lieky, rôzne choroby a celkovo zlý životný štýl môže krátkodobo znížiť HRV. Za dlhodobé zníženie HRV môže staroba ale aj chronické ochorenia, časté stresory a nezdravé prostredie. Naopak krátkodobo zvyšuje HRV je zdravá strava, dýchacie cvičenia alebo meditovanie a lepší spánok a dlhodobu zvyšuje HRV práve celkový zdravotný štýl pod čo spadá aj stres pod kontrolou alebo kardio cvičenia.

4.2 Časová analýza

Z hore uvedených informácii vyplýva, že merateľná srdcová variabilita môže byť jedným z parametrov, ktoré môžu určovať stresový faktor u pilotov. Je to parameter, ktorý opisuje aktivitu srdca, z ktorého môžeme vyčítať psychologické ale aj fyziologické rozpoloženie jedinca. Na meranie srdcovej variability sa využívajú rôzne stroje ako napríklad EKG.

Medzi hlavné analytické metódy ktoré sa používajú na lepšie pochopenie prečítanie informácie o HRV sa nazývajú RNSSD, TINN,SDNN,NN50 atď. Všetky tieto analýzy spadajú pod skupinu časových analýz. Tieto metódy sa používajú najmä pri analýze srdcovej variability. Patria medzi tie najjednoduchšie a najčastejšie používané. Podávajú

informácie o amplitúde, ktorú sme získali vďaka tempu ktoré nám udáva práve srdcová variabilita.

Najčastejšie sa berú normálne intervaly označujúce NN. Vďaka rozdielu medzi tepmi srdca a následne jednotlivými spracovaniami s vieme dopracovať k rôznym výsledkom. Tieto výsledky získame pomocou rôznych štatistických metód.

Analýze môžeme robiť bude krátkodobého charakteru alebo dlhodobého charakteru. Krátkodobá variabilita srdca využívajú signály ktoré trvajú od 2-6 minút a pre dlhodobú srdcovú variabilitu môžu trvať od jednej hodiny až po 24 hodín. Za najjednoduchšiu metódu považujeme NN, teda normálne intervaly. Pomocou neho môžeme odlišovať a monitorovať údaje ako rozdiely pri skenovaní nočnej aktivity srdca alebo dennej aktivity srdca. Medzi ďalšie doplňujúce informácie ktoré nám NN analýza vie udať je aj priemerná frekvencia srdca, alebo rozdiel medzi pulzom ktorý trval najdlhšie alebo naopak najkratšie.

Obecne však platí, že čím merania srdcovej variability trvajú dlhšie tým sú výsledky presnejšie a dajú sa pomocou štatisticky komplexnejšie spracovávať.

Medzi ďalšie štatistické metódy sa dajú rozdeliť do dvoch skupín. Prvá skupina vyhodnocuje časové rozdiely NN intervalov ktoré sú zamerané na krátkodobú srdcovú variabilitu.

Druhá skupina sa zaoberá na dlhodobú srdcovú variabilitu ktorá berie hodnoty priamo z NN intervalov. Parameter ktorý sa zaoberá dlhodobým meraním patrí SDNN. SDNN je skratka od „standart deviation of the NN intervals“. Metóda ktorá patrí vyhodnocuje rozdiely medzi NN intervalmi sa nazýva RMSSD teda „root mean square of successive differences“. Parameter ktorý sa nazýva NN50 funguje na princípe merania po sebe nasledujúcich intervalov ktoré presahujú normálnu hodnotu teda 50ms. Práve z toho dôvodu sa tento parameter nazýva NN50. [17]

Aby sme mali lepšiu predstavu o informáciách ktoré nám ponúkajú rôzne parametre nám pomáha aj grafická interpretácia analýz. Za takýto parameter môžeme pokladať aj

TINN. Triagulárna interpolácia NN intervalov je jednou z najpopulárnejších metód. Výsledkom je histogram ktorý je úzko spätý s práve SDNN parametrom. Všetky hore spomenuté parametre spadajú do kategórie lineárnych metód. Na základe týchto parametrov vieme pomocou srdcovej variability získať rôzne hodnoty a informácie ktoré môžu byť významné pri identifikovaní stresu.

4.3 Frekvenčná analýza

Frekvenčná analýza sa vyhodnocuje spôsobom počítania spektrálneho signálu HRV. Spektrálna analýza výkonu HRV sa rozdeľuje do 4 nasledujúcich skupín. Prvá skupina sa nazýva ULF teda „ultra low frequency“ s veľmi nízkymi frekvenciami teda do 0,003 herzov. Druhá skupina sa nazýva VLF teda „very low frequency“ kde frekvencia dosahuje hodnotu 0.003 až 0.04 herzov.

Tretia skupina sa nazýva LF teda „low frequency“. Hodnoty tejto frekvencie dosahujú cca 0.04 herzov až 0.15 herzov. A posledná skupina s názvom HF teda „high frequency“ vysiela na hodnotách s frekvenciami 0.15 až 0.4 herzov.

Každé frekvenčné pásmo sa využíva na reflektovanie rozdielnych činností. Napríklad podľa štúdie sa predpokladá že vysokofrekvenčné pásmo HF odráža aktivitu parasimpatikovej sféry z autonómneho nervového systému teda aj kontroly srdca keďže práve autonómna nervová sústava má pod kontrolou jeho funkčnosť a výkonnosť. Nízkofrekvenčné LF pásmo odráža aktivitu simpatika a jeho výkon sa zvyšuje pri polohe sedu, alebo vzpriamenej polohe ale aj pri duševnom strese. Zistilo sa aj, že ULF pásmo sa zvyšuje pokiaľ ma jedinec dennodenný dostatok pohybu. Veľmi nízke frekvenčné pásmo VLF popisuje aktivitu termoregulácie tela a je možné ho vyhodnocovať iba pri dlhodobých záznamoch, teda aspoň 24 hodín. [16]

4.4 PRISMA

Meta-analýza v tejto bakalárskej práci bola vykonaná v súlade s pravidlami a štruktúrou PRISMA. PRISMA pravidlá boli publikované v roku 2009 a skladajú sa z dvoch hlavných častí, a to Kontrolného Zoznamu (hlavné body ktorého sú zhrnuté v nasledujúcich odsekoch) a Diagramu (ktorý slúži na opis postupu analýzy a ktorý je možné vidieť na strane 30).

Aby meta-analýza bola vykonaná v súlade so štruktúrou PRISMA musí spĺňať množstvo pravidiel, na začiatku práce alebo štúdie musí byť jasne uvedené či sa jedná o systematický výskum, meta-analýzu alebo o oboje. Prehľad alebo zhrnutie na začiatku práce musí taktiež obsahovať štruktúrovaný sumár informácií ktoré budú rozoberané, a nesmie v ňom chýbať (podľa druhu práce): pozadie, cieľ, zdroje dát, kritéria výberu, účastníci, metóda vyhodnocovania výsledkov, metóda syntézy, výsledky, limitácie, záver a implikácie.

V úvode práce musí autor oboznámiť čitateľov s dôvodom výberu danej témy a taktiež musí danú tému uviesť do kontextu toho čo už bolo pri tejto téme preskúmané. Potom nasleduje čo najkonkrétnejšie formátovaná otázka na ktorú sa autor bude pokúšať v danej práci odpovedať. Táto otázka by mala (podľa druhu štúdie) obsahovať zmienku o účastníkoch štúdie, zásahoch do štúdie, porovnaniach, výsledkoch a štruktúre štúdie.

V sekcii, ktorá pojednáva o metóde danej štúdie je dôležité spomenúť či jestvuje kontrolný protokol, a ak áno kde je možné protokol dohľadať. Takisto musí autor špecifikovať kritéria kvality štúdie ako napríklad dĺžka štúdie, jazyk alebo status publikácie. Použité zdroje informácií musia byť dôkladne zdokumentované a proces akým boli tieto zdroje hľadané, triedené a akým spôsobom boli dáta vyberané musí byť taktiež detailne popísaný. Opis musí byť dostatočne dôkladný na to aby bola štúdia opakovateľná. Ku koncu tejto sekcie musí autor ešte opísať všetky riziká spojené s použitou metódou a dátami, detailne opísať formu výstupov a ich syntézu (podľa druhu štúdie) a spomenúť všetky relevantné faktory pre danú štúdiu.

V sekcii, ktorá rozoberá výsledky štúdie je potrebné opísať počet štúdií ktoré boli zvážené ako potencionálne zdroje informácií a opísať postup akým boli tieto štúdie nájdené, postupne filtrované a koľko štúdií bolo nakoniec použitých v danej práci. V tejto časti je potrebné použiť vyššie spomínaný diagram. Pre každú z použitých štúdií je potrebné opísať riziká spojené s danou štúdiou. Taktiež pri každej štúdií musí autor prezentovať výsledky tejto štúdie spolu so štatistickými informáciami ktoré sú potrebné na syntézu týchto dát, ktorá je zároveň poslednou časťou tejto sekcie. Pri syntéze dát je opäť potrebné spomenúť detaily štatistického postupu, všetky riziká s ním spojené a všetky ďalšie relevantné informácie.

V závere práce autor zosumarizuje výsledky a ich relevantnosť na základe svojej analýzy, opíše implikácie, zosumarizuje limitácie svojej práce a opíše výsledky v kontexte predchádzajúcich štúdií. Podľa druhu práce je potrebné v úplnom závere spomenúť zdroje z, ktorých bola práca financovaná.

Štúdie pre túto bakalársku prácu boli hľadané vo vedeckých databázach ako SCOPUS, SCIWEB a ResearchGate. Štúdie boli vyhľadávané pomocou kľúčových slov. Pri prvom vyhľadávaní kde boli kľúčové slová „aviation, workload, stress“ bolo nájdených 122 štúdií. Každý článok bol nasledovne preštudovaný a pokiaľ splňoval určité parametre, bol vedecký článok pridaný do meta-analýzy.

Pri prvom dohľadaní boli odstránené články z viacerých dôvodov. Najčastejšie odstraňovanie článkov bolo z dôvodu, buď že išlo o pilotné štúdie alebo ich obsah sa nestotožňoval s témou bakalárskej práce. Veľmi často išlo skôr o medicínske štúdie ktoré neobsahovali parametre potrebné na zbieranie dát pre túto bakalársku prácu. V takýchto štúdiách boli piloti ako povolanie iba sprostredkovateľom na odhalenie kritických hraníc ľudskej výkonnosti pri odhaľovaní stresu a jeho dôsledku. Ďalej tieto kľúčové slová odhalili štúdie ktoré boli sledované na ATC. Napriek tomu že toto povolanie má bližší charakter k letectvu a k tematike,, hodnoty ktoré sa zbierali pri rôznych situáciách pri úplne iných podmienkach boli odlišné preto tieto štúdie nemohli byť pridané do meta-analýzy keď že sa nedali porovnávať s výkonnostnými záťažami

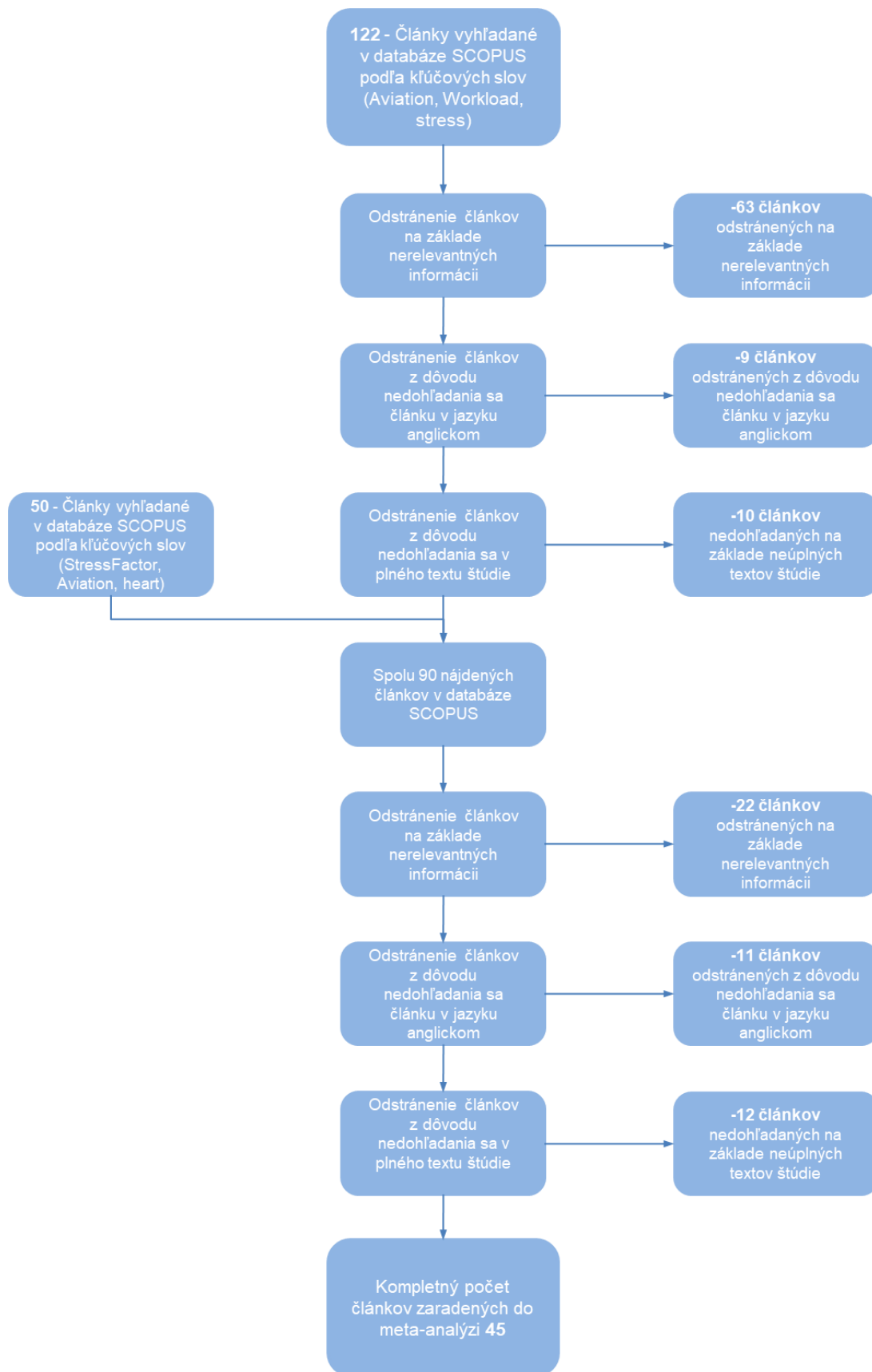
u pilota. Z toho dôvodu boli tieto štúdie pre nás nerelevantné. Tak isto nasledovalo mnoho štúdií ktoré sa vzťahovali na astronautov, ktorý majú tak isto veľmi odlišné podmienky pri prevádzaní úloh na získanie parametrov potrebných pre túto meta-analýzu.

Niekoľko článkov ako môžeme vidieť, bolo tak tiež odstránených z dôvodu neúplných textov čo znamená, že nebolo možné dohľadať na internete štúdiu v plnom znení a teda bez podstatných informácií pre túto prácu. Ďalší faktor ktorý nám zredukoval počet štúdií s ktorými sa mohlo pracovať bola rozdielnosť jazykov. Často sa články nachádzali v ruskom jazyku alebo vo francúzskom jazyku a teda neoblo možné dohľadať anglickú verziu tým pádom sa tieto články nemohli pridať do meta-analýzy. Takýmto istým spôsobom sa pokračovalo aj pri následnom zmenení kľúčových slov.

Ďalšie zadané kľúčové slová boli v znení „stressfactor, aviation, heart“. V drvinej väčšine sa tieto články nachádzali už v predošlom vyhľadávaní. Pokiaľ sa však článok v predošlom vyhľadávaní nenašiel a vyhovoval parametrom typu dohľadateľný článok v plnom znení, vyhovujúci jazyk a obsah, bol tento článok pridaný do meta-analýzy.

Pri následnom obmieňaní kľúčových slov sme sa dostali vždy k rovnakým štúdiám, tým pádom bolo vyhľadávanie článkov ukončené.

Následne sa pri jednotlivom študovaní článkov zbierali jednotlivé informácie o tom ako prebiehali rôzne štúdie, aký mali výsledok a aký parameter bol najvhodnejší pri identifikovaní stresu. V nasledujúcom diagrame (viď. Obrázok č. 8) môžeme vidieť schému akým spôsobom a z akých dôvodov sa články odstraňovali z meta-analýzy.



Obrázok 10 Prisma diagram [9]

5 Výsledky

Z prísmy môžeme vidieť že sa nám do našej meta-analýzy hodilo presne 46 článkov. Každý jeden článok bol aktívne preštudovaný a na základe toho boli z neho vytiahnuté čo najdôležitejšie informácie ako názov autorov, štúdie, rok vydania, vydavateľstvo, metóda, výsledok a hlavne, čo bol podľa štúdie najpresnejší parameter na identifikáciu stresu. Môžeme vidieť všetky dané informácie ohľadom jednotlivých štúdií a v poslednom stĺpci s názvom indikátor je pomenovanie parametrov ktoré daná štúdia používala na identifikovanie stresu pri rôznych záťažových situáciách alebo pri splnení úloh. Jednotlivé analýzy ktoré sa používali máme bližšie vysvetlené v kapitole 3.1, 3.2 a 3.3.

Vyhľadané štúdie spolu s ich popisom a vyznačením hľadaných importantných parametrov sú uvedené v tabuľkách nižšie.

ČÍSLO	AUTOR	NÁZOV	DOI/URL/WEB	ZDROJ	ROK	VYDAVAŤEL	OBSAH	VÝSLEDKY	INDIKÁTORY
1	Hormeño-Holgado, A.J., Clemente-Suárez, V.J.	Effect of different combat jet manoeuvres in the psychophysiological response of professional pilots	10.1016/j.physbeh.2019.112559	SCOPUS	2019	Physiology and Behavior	29 vojenských pilotov, na ktorých sú testované rôzne záťaže. Parametr su zaznamenávané na HR,TEMP,USG,BO	Na základe týchto výdajov došla štúdia ku záveru, že na stíhacích pilotov by sa mala uplatňovať vysoká úroveň telesnej zdatnosti a osobitné výcvikové programy.	RMSSD, FD, PNN50
2	Kutilek, P., Volf, P., Sedova, K., (...), Kozlova, S., Braunova, M.	Heart rate variability during fighter pilot training	10.1109/MILTECHS.2019.8870071	SCOPUS	2019	ICMT 2019 - 7th International Conference on Military Technologies, Proceedings 8870071	2 bojovní piloti pri obrannom a útočnom manévri pomocou simulátora. Sleduje sa ich psychický a fyzický stav, a merajú sa parametre HR	Štúdia ukázala že sú značné rozdiely HR v porovnaní so substresovými prípadmi.	BPM
3	Kinney, L., O'Hare, D.	Responding to an Unexpected In-Flight Event: Physiological Arousal, Information Processing, and Performance	10.1177/0018720819854830	SCOPUS	2019	Human Factors	Sledovanie správania pri neočakávaných udalostiach. Udaloosti sa konajú pomocou simulátora. Udaloosti sa delia na očakávanú a neočakávanú úlohu.	Pri neočakávanej situácii pilot vykázal lepšie fyziologické vlastnosti aj zúženie šošoviek pri stresovej situácii.	BPM
4	Wilson, N., Guragain, B., Verma, A., Archer, L., Tavakolian, K.	Blending Human and Machine: Feasibility of Measuring Fatigue Through the Aviation Headset	10.1177/0018720819849783	SCOPUS	2019	Human Factors	14 Komerčným pilotom boli synchronizované merané ECG a PPG dáta. Meranie prebiehalo na simulátore.	Oba typy dát sa môžu považovať za dôležitý predpoklad na identifikovanie stresu, ospavosti alebo únavy. Výsledok štúdie pokladá že senzor PPG pomáha ku snímaniu dôležitých fyziologických dát.	HR,RMSSD,TL,S A,NN20,PNN20, NN50, PN50
5	Hidalgo-Muñoz, A.R.aEmail Author, Mouratille, D.a, Matton, N.b, Causse, M.c, Rouillard, Y.b, El-Yagoubi, R.a	Cardiovascular correlates of emotional state, cognitive workload and time-on-task effect during a realistic flight simulation	10.1016/j.ijpsycho.2018.04.002	SCOPUS	2018	International Journal of Psychophysiology	21 pilotov bolo skenovaných počas úloh v simulátore. Na pilotov vplývali rôzne emocionálne a pracovné faktory. Merali sa sekundárne zaťaženia.	Výsledky potvrdili že citlivosť HR pri rôznych úlohách sa menila. Ukázalo sa že sociálny stresor môže vyvolať emocionálnu reakciu, ktorá zvýši výkonnosť a motiáciu pilota počas sekundárnej úlohy.	RMSSD, HR, PNN20, PNN50

6	McGee, J.E., Barefoot, S.G., Gniewek, N.R., (...), Raedeke, T.D., Swift, D.L.	Highly wearable wireless wristband for monitoring pilot cardiac activity and muscle fine movements	10.1109/MetroAeroSpace.2017.7999578	SCOPUS	2017	4th IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace, MetroAeroSpace 2017 - Proceedings 7999578, pp. 271-275	Bojoví piloti a astronauti majú vyšší stres, v reálnom čase sa monitoruje HR pomocou náramku s tlakovým sensorom na zápästí.	Štúdia došla ku výsledku že sa dajú odmerať aj psychologické vlastnosti pomocou prístroja ktorý nie je pevne upevnený na tele pilota.	FSR
7	Roveda, J.M., Fink, W., Chen, K., Wu, W.-T.	Psychological health monitoring for pilots and astronauts by tracking sleep-stress-emotion changes	10.1109/AERO.2016.7500908	SCOPUS	2016	IEEE Aerospace Conference Proceedings	Psychický stres u pilotov a astronautov ktorý majú nedostatok spánku. Zisťuje sa vzťah medzi nedostatku spánku a stresu. Pomocou ECG.	Výsledok štúdie vraví že piloti s nedostatkom spánku častejšie trpia úzkosťou a hnevom ako piloti s dostatkom spánku.	RMSSD, HR
8	Oliveira-Silva, I., Boullosa, D.A.	Physical fitness and dehydration influences on the cardiac autonomic control of fighter pilots	10.3357/AMHP.4296.2015	SCOPUS	2015	Aerospace Medicine and Human Performance	Fyzický stav a dehidratácia sú faktory ktoré môžu ovplyvňovať srdcovú kontrolu. Zisťuje sa či existuje spojenie medzi zdravotným štýlom a stresovými faktormi.	Výsledok demonštruje vzťah medzi zdravým životným štýlom a nadváhou. Štúdia dospela ku záveru že nie je prepojenie medzi svalovým faktorom počas stresových situácií.	RMSSD, HR
9	Skibniewski, F.W., Dziuda, L., Baran, P.M., (...), Piotrowski, M.A., Truszczyński, O.E.	Preliminary results of the LF/HF ratio as an indicator for estimating difficulty level of flight tasks	10.3357/AMHP.4087.2015	SCOPUS	2015	Aerospace Medicine and Human Performance	Rozlišovanie srdcovej variability pri asistovaných a neasistovaných letoch. Úlohy sa delia na jednoduché a zložité. Monitorovanie pomocou EKG.	Výsledky hovoria že opakované analytické parametre boli schopné rozlíšiť či ide o simulovaný alebo skutočný let, naznačujú aj značné zvýšenie HR frekvencie počas skutočných letov.	LF/HF
10	Socha, V., Schlenker, J., Kalavský, P., (...), Szabo, S., Smrčka, P.	Effect of the change of flight, navigation and motor data visualization on psychophysiological state of pilots	10.1109/SAMI.2015.7061900	SCOPUS	2015	SAMI 2015 - IEEE 13th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, Proceedings	20 pilotov rozdelených do 2 skupín. Každá skupina skúma rozličné metódy na detekovanie stresu v simulátoroch.	Výsledky došli ku záveru že skupina s rozsiahlejším výcvikom v LF/HF kokpíte vykazuje nižšie hodnoty psychofyzického stresu.	LF/HF

11	Regula, M., Socha, V., Kutilek, P., (...), Hanáková, L., Szabo, S.	Study of heart rate as the main stress indicator in aircraft pilots	10.1109/MECHATRONIKA.2014.7018334	SCOPUS	2014	Proceedings of the 16th International Conference on Mechatronics, Mechatronika 2014	10 zdravých pilotov s rovnakým levelom skúsenosti na 7 týždňovom programe. HR sa zaznamenáva pomocou hrudného pásu.	Výsledky ukazujú že prechod z analógovej na digitálnu vizuálnu prezentáciu avionických údajov vyvoláva stres a srdečný rytmus ako vhodný parameter na meranie stresu.	LF/HF
12	Luig, J., Sontacchi, A.	A speech database for stress monitoring in the cockpit	10.1177/0954410012467944	SCOPUS	2014	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering 228(2), pp. 284-296	Štúdia obsahuje databázu reči vytvorenou kognitívnu zatažou za účelom neinvazívneho monitorovania psychologického stresu. Hlasý a frekvencia 8 pilotov boli zaznamenávané a po dokončení programu	Výsledok ukazuje že niekoľko parametrov srdcovej akcie koreluje s rečovými vlastnosťami pilotov. Zaoberá sa vývojom reči v leteckej pri stresových situáciách u pilotov.	SDNN, PSD, LF/HF
13	Chu, H., Li, M., Huang, Y., C., Lee, S.-Y.	Simultaneous transcutaneous electrical nerve stimulation mitigates simulator sickness symptoms in healthy adults: A crossover study	10.1186/1472-6882-13-84	SCOPUS	2013	BMC Complementary and Alternative Medicine	15 pilotov s podobnými fyz. vlastnosťami. Autonómne a stresové reakcie boli hodnotené pomocou HRV.	Výsledok ukázal že pri Simulátorovej chorobe (SS) sa HR a ďalšie parametre tak tiež zvýšili, ale po liečbe TENS sa závažnosť príznakov SS významne znížila a subjekty sa vyhli viacerým chybám.	TENS?, LF/HF, M SSQ
14	Gorbunov, V.V.	The changes of pilot's cardiac rhythm indices and components of his operator's activity during modelling flight situations	10269428 (ISSN)	SCOPUS	2007	Meditsina truda i promyshlenniaia ekologiya	Skúmanie zmien srdečnej aktivity v simulátore. Boli vyvinuté rôzne záťaže na pilota. Srdcové zmeny sa skúmali na letovom simulátore za podmienok modelovania letu pri pristávaní s rôznymi podmienkami. Monitorovanie HR spojeným so psychickým pohodlím.	Výsledok štúdie ukázal že srdcová variabilita bola spojená s úrovňou komfortu pilota v ktorej sa práve nachádzal počas riadenia letu.	HR, AMS
15	Sohn, S.Y., Jo, Y.K.	A study on the student pilot's mental workload due to personality types of both instructor and student	10.1080/0014013031000121633	SCOPUS	2003	Ergonomics	Ide o štúdiu ktorá sa zaoberá teoriou osobnosti podľa MB. Type indicator. Uskutočňujú sa rôzne letové ťažkosti pri ktorých jednotlivé osoby reagujú rôznymi spôsobmi.	Výsledky ukazujú že najvhodnejšou skupinou sú subjekty typu MB, ktoré mali vlastnosti riešenia úloh konkrétne a realisticky a majú taktiež mechanické zručnosti. Zo zvýšením HR sa zvýšila aj odchýlka NASA indexu.	NASA TLX, GF, RMSR

16	Jorna, P.G.A.M.	Heart rate and workload variations in actual and simulated flight	10.1080/00140139308967976	SCOPUS	1993	Ergonomics	Monitorovanie srdcovej frekvencie poskytuje index pracovnej záťaže pilotov. HRV je sľubným meradlom ale je zložitú ju posúdiť.	Výsledky naznačujú že kardiovaskulárne opatrenia sú vhodné na indexovanie rôznych duševných stavov pilotov.	HR
17	Cao, X., Macnaughton, P., Cadet, L.R., (...), Spengler, J.D., Allen, J.G.	Heart rate variability and performance of commercial airline pilots during flight simulations	10.3390/ijerph16020237	SCOPUS	2019	International Journal of Environmental Research and Public Health	30 komerčných pilotov ktorý lietajú 3 segmenty v simulácii A320 pričom každý segment má inú koncentráciu CO ₂ , vykonávali sériu manévrov. HRV bolo merané pomocou senzorov.	Štúdia sa dopracovala ku výsledku že účastníci ktorý mali zníženú HRV boli spojené so starnutím alebo obezitou. Zistené bolo aj že expozícia CO ₂ a HRV majú nezávislý vplyv na pilota.	HRV,SDNN,RMSD,LF/HF
18	Lehrer, P., Karavanas, M., Lu, S., (...), Vaschillo, B., Cheng, A.	Cardiac data increase association between self-report and both expert ratings of task load and task performance in flight simulator tasks: An exploratory study	10.1016/j.ijpsycho.2010.02.006	SCOPUS	2010	International Journal of Psychophysiology	7 pilotov B737. Fyzická a psychická záťaž pri 8 úlohách. Výkon pilota bol hodnotený kontrolným pilotom	Výsledky naznačujú že za užitočný doplnok k opatreniam sa považuje aj vlastné určenie zvládnutia duševného zaťaženia.	LF/HF, SDNN,NASATLX
19	Kacer, J., Krivanek, V., Cicmanec, L., (...), Hana, K., Smrcka, P.	Physiological data monitoring of members of air forces during training on simulators	10.1007/978-981-10-9023-3_154	SCOPUS	2019	IFMBE Proceedings	Dva simulátory pre dvoch pilotov. Jeden pre ATC a druhý pre pilota. Stroje sa používajú na meranie psychickej a fyzickej záťaže popri pracovnom výkoneštvorčelenného tímu počas rôznych situácií	Výsledky ukázali že pri začatí letu boli u všetkých pilotov hodnoty HRV zvýšené avšak po dosiahnutí danej výšky sa hodnoty HRV začínajú znižovať a opäť pri začatí klesania sa HRV zvyšuje.	HRV
20	Hanakova, L., Socha, V., Socha, L., (...), Schlenker, J., Kusmirek, S.	Determining importance of physiological parameters and methods of their evaluation for classification of pilots psychophysiological condition	10.1109/MILTECHS.2017.7988810	SCOPUS	2017	ICMT 2017 - 6th International Conference on Military Technologies	Štúdia poukazuje na rôzne metódy pomocou ktorých sa zisťujú fyziologické reakcie pilota na stres. Poukazuje na najbežnejšie metódy ale taktiež metódy ktoré sú zatiaľ len v experimentálnej fáze.	Výsledky naznačujú že jedným z najdôležitejších fyziologických parametrov na hodnotenie psychického stavu pilotov je činnosť srdca kde je možnosť spracovania signálu pomocou lineárnych metód alebo opakované alternatívne nelineárne metódy.	RR int., SDNN,RMSSD,V LF,LF/HF

21	Vigo, D.E., Pérez Lloret, S., Videla, A.J., (...), Nicola Siri, L.C., Cardinali, D.P.	Heart Rate Nonlinear Dynamics During Sudden Hypoxia at 8230 m Simulated Altitude	10.1016/j.wem.2009.12.022	SCOPUS	2010	Wilderness and Environmental Medicine	Medicínska štúdia ktorá sa zaoberá rôznymi metódami ako znížiť alebo vyvarovať sa hypoxii.	Štúdia poukazuje na fakt, že účastníci ktorý sa podrobili ťažšiemu cvičeniu alebo pokiaľ ide o pilotov s ischemickou fibrózou, mali vyššie riziko hypoxie.	RR,SDNN,RMSSD,TA,LF/HF,VLF
22	Wilson, N., Guragain, B., Verma, A., Archer, L., Tavakolian, K.	Blending Human and Machine: Feasibility of Measuring Fatigue Through the Aviation Headset	10.1177/0018720819849783	SCOPUS	2019	Human Factors	Pomocou ECG a PPG sa merajú dáta v simulátore. 14 piloti su vystavený rôznym úlohám ako prudké klesanie alebo stúpanie.	Výsledok ukazuje že ECG a PPG sa zdá ako jeden z presných ukazovateľov ktoré sa v budúcnosti môžu použiť na identifikovanie psychického rozpoloženia pilotov.	RRI,PPI
23	Xi, P., Law, A., Goubran, R., Shu, C.	Pilot Workload Prediction from ECG Using Deep Convolutional Neural Networks	10.1109/MeMeA.2019.8802158	SCOPUS	2019	Medical Measurements and Applications, MeMeA 2019 - Symposium Proceedings	Sledovanie hlbokých neurónových sietí pomocou EKG, porovnávajú sa spektrogramy a scalogramy.	Sledovanie 3 urovní zataženia sa ukázalo, že výsledky pomocou scalogramu maju lepšiu výkonnosť (51 %) ako spektrogramu (45 %)	HRV
24	Chen, M.-L., Lu, S.-Y., Mao, I.-F.	Subjective symptoms and physiological measures of fatigue in air traffic controllers	10.1016/j.ergon.2018.12.004	SCOPUS	2019	International Journal of Industrial Ergonomics	Porovnávanie medzi únavou a stresom. Subjekty vyplňovali pred a po práci dotazník o únave. Podrobli sa fyziologickému meraniu.	Výsledky ukazujú že takmer 50 % unavených a vyčerpaných subjektov ktorým sa niektoré hodnoty zlepšili, tým pádom to neovplyvnilo ich fyziologickú odpoveď.	170HC URINARY
25	Hannula, M., Huttunen, K., Koskelo, J., Laitinen, T., Leino, T.	Comparison between artificial neural network and multilinear regression models in an evaluation of cognitive workload in a flight simulator	10,016 / j.combiomed.2008.09.007	SCOPUS	2009	Computers in Biology and Medicine	14 stíhacích pilotov počas zložitých simulovaných leteckých udalostí Hornet F / A-18.	V tejto štúdií sa pri hodnotení individuálnej kognitívnej pracovnej záťaže porovnávali výkony analýzy umelej neurónovej siete (ANN) a odhadu srdcovej frekvencie na základe modelu multilineárnej regresie (MLR)	LF/HF, RR, SDNN

26	Lahtinen, T.M.M., Koskelo, J.P., Laitinen, T., Leino, T.K.	Heart rate and performance during combat missions in a flight simulator	https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=recordpage&eid=2-s2.0-34247129661&citeCnt=0&noHighlight=false&sort=plf-f&src=s&st1=workload+aviation+heart+stress&st2=&sid=f15b58498836eab86d96cf5c73432605&ot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28workload+aviation+heart+stress%29&relpos=9	SCOPUS	2007	Aviation Space and Environmental Medicine	15 pilotov, ktorí vykonali bojovú letovú misiu v simulátore Tactics Hornet F-18. Zaznamenávali sa EKG a AHR z HR. Počas odpočinku boli vypočítané parametre pre každú letovú fázu a použité v štatistických analýzach. Obdobie bojového letu bolo rozdelené do 13 fáz, ktoré vyhodnotil na stupnici od 1 do 5 letový inštruktor.	HR sa zvýšila počas odpočívania (z priemernej pokojovej hladiny 79,0 na priemernú hodnotu 96,7 bpm v jednej zo zachytávacích fáz) a znížila sa počas návratu na základňu a mierne sa zvýšila počas priblíženia a pristátia ILS. HR sa zdá byť podobný medzi skúsenými a menej skúsenými pilotmi	MLR
27	Lee, Y.-H., Liu, B.-S.	Inflight workload assessment: Comparison of subjective and physiological measurements	https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=recordpage&eid=2-s2.0-0141456020&citeCnt=0&noHighlight=false&sort=plf-f&src=s&st1=workload+aviation+heart+stress&st2=&sid=f15b58498836eab86d96cf5c73432605&ot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28workload+aviation+heart+stress%29&relpos=12	SCOPUS	2003	Aviation Space and Environmental Medicine	Srdcový rytmus a index zaťaženia NASA. Porovnanie relatívnej citlivosti počas štyroch fáz letu: vzlet, výlet, priblíženie, a pristátie. Desať pilotov sa dobrovoľne prihlásilo na skúšky, ktoré sa uskutočnili na letovom simulátore Boeing 747-400	Vrchol HR bol pozorovaný počas vzletu (83,2 bpm) a pristátia (88,6 bpm). AHR bola tiež najväčšia (14,2 bpm a 18,8 bpm). Miera indexu zaťaženia úloh (TLX) ukázala, že mentálne a výkonnostné požiadavky boli nevyhnutnými súčasťami pracovného zaťaženia počas letu	MBTI, NASA TLX
28	Samel, A., Wegmann, H.-M., Vejvoda, (...), Manzey, D., Wenzel, J.	Two-crew operations: Stress and fatigue during long-haul night flights	https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=recordpage&eid=2-s2.0-0030800360&citeCnt=0&noHighlight=false&sort=plf-f&src=s&st1=workload+aviation+heart+stress&st2=&sid=f15b58498836eab86d96cf5c73432605&ot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28workload+aviation+heart+stress%29&relpos=13	SCOPUS	1997	Aviation Space and Environmental Medicine	Letová posádka s predĺženým doletom s dvoma skupinám počas letového rozpisu s dvoma po sebe nasledujúcimi nočnými letmi s krátkym medzipristátím teda spolu 22 letov. Monitoruje sa HRV.	Hodnotenia letovej náplne úloh vykazovali mierne známky zníženia, ale pri únave bola pozorovaná zvýšená úroveň. Únava bola výraznejšia počas spiatého letu. Motorická aktivita, činnosť mozgových vln (výskyt mikro-udalostí) a HR naznačovala ospalosť a nízky stav bdlosti a bdlosti počas oboch nočných letov.	HR, NASA TLX
29	Backs, R.W.	Going Beyond Heart Rate: Autonomic Space and Cardiovascular Assessment of Mental Workload	https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=recordpage&eid=2-s2.0-0029417583&citeCnt=0&noHighlight=false&sort=plf-f&src=s&st1=workload+aviation+heart+stress&st2=&sid=f15b58498836eab86d96cf5c73432605&ot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28workload+aviation+heart+stress%29&relpos=15	SCOPUS	1995	The International Journal of Aviation Psychology	Psychofyzologické hodnotenie pracovnej záťaže pilotov pomocou srdcovej frekvencie by sa malo doplniť autonómnym priestorovým modelom kardiovaskulárnych funkcií. Sledujú sa vplyvy autonómneho nervového systému na srdce a ich zmena psychologického správania pomocou HRV.	Štúdia pomocou analýzy zložiek zo sympatikových a parasimpatikových hodnôt došlo k záveru, že tieto zložky majú vyššiu citlivosť ako HRV.	RMS,NASA TLX , HR
30	Jorna, P.G.A.M.	Heart rate and workload variations in actual and simulated flight	10.1080/00140139308967976	SCOPUS	1993	Ergonomics	Variabilita srdcovej frekvencie je sľubným meradlom, ale je zložitejšie ju posúdiť, a preto sa používa menej často, najmä v dynamických prostrediach úloh. Ilustrované a diskutované je použitie techník spektrálnej analýzy srdcového rytmu na hodnotenie pracovnej záťaže v leteectve	Výsledky naznačujú, že kardiovaskulárne opatrenia sú vhodné na indexovanie rôznych duševných stavov pilotov, ako aj ich dynamických reakcií na zmeny v pracovnej záťaži.	HR,IBI

31	Kakimoto, Y., Nakamura, A., Tarui, H., Nagasawa, Y., Yagura, S.	Crew workload in JASDF C-1 transport flights: I. Change in heart rate and salivary cortisol	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0023913940&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=workload+aviation+heart+stress&nlo=&nlr=&nls=&sid=9a2dbb861ea3db41e1eda979129b744a&sot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28workload+aviation+heart+stress%29&relpos=20&citeCnt=28&searchTerm=	SCOPUS	1988	Aviation Space and Environmental Medicine	Štúdia sa zaoberá porovnaním popárovvaných pilotov počas priameho a nepriameho lietadla počas letu.	Kapitáni preukázali oveľa vyššiu aktiváciu a variabilitu v relatívnej zmene. Kortizol v slinách môže byť užitočnou neinvazívnou metódou na hodnotenie pracovnej záťaž posádky.	SALIVARY ORTISOL, HRV
32	Sekiguchi, C., Handa, Y., Gotoh, M., (...), Nagasawa, A., Kuroda, I.	Evaluation method of mental workload under flight conditions	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0018192026&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=workload+aviation+heart+stress&nlo=&nlr=&nls=&sid=9a2dbb861ea3db41e1eda979129b744a&sot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28workload+aviation+heart+stress%29&relpos=21&citeCnt=8&searchTerm=	SCOPUS	1978	Aviation Space and Environmental Medicine	Hodnotenie duševnej a fyzickej námahy pilotov.	Fáza vzletu a pristátia sa považovala za vysoko interpretačnú akciu aj za vysoko emocionálne stresové situácie. Akrobatické a strelecké výcvikové fázy letu boli považované za fyzické zaťaženie.	HR
33	Hagelsten, J.O., Jessen, K., Manthorpe, R.	Continuous ECG monitoring of helicopter pilots	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0015904710&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Continuous+ECG+monitoring+of+helicopter+pilots&st2=&sid=aa0d099698c83acd9fd712c2beb787c&sot=b&sdt=b&sl=61&s=TITLE-ABS-KEY%28Continuous+ECG+monitoring+of+helicopter+pilots%29&relpos=1&citeCnt=0&searchTerm=	SCOPUS	1973	MedicaMundi	Študovalo sa desať pilotov vo veku od 25 do 43 rokov s rôznymi skúsenosťami (tj počet letových hodín). Srdcová frekvencia počas postupov bola monitorovaná počas celej dĺžky letu.	Zistilo sa mierne zvýšenie srdcovej frekvencie počas vzletu a pristátia na vzdušnej základni a väčšie zvýšenie počas špecifických stresových podmienok zahŕňajúcich niektoré prvky nebezpečenstva. Prikladom posledného prípadu bol výkon jedného motora na vzlet z mora, ktorý sa zdá byť ako najstresujúcejšou situáciou.	BPM
34	Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D.	Comparison of NASA-TLX scale, modified Cooper–Harper scale and mean inter-beat interval as measures of pilot mental workload during simulated flight tasks	10.1080/00140139.2018.1471159	SCOPUS	2019	Ergonomics	Prevádzkoví piloti F / A-18C leteli s rôznymi záťažovými úlohami. Merala sa výkonnosť pilotov, subjektívne hodnotenia MWL a IBI. Na základe výkonnosti pilotov sa vytvorili tri výkonnostné kategórie; vysoký, stredný a nízky výkon.	Medzi mierou NASA-TLX a MCH bola silná pozitívna korelácia. Zatiaľ čo NASA-TLX, MCH a IBI sa predtým používali na meranie MWL, táto štúdia je prvou, ktorá preskúmala ich pridruženie k modernému FTD pomocou realistickej letovej misie a prevádzkových pilotov.	IBI, NASA TLX, MCH
35	Nittala, S.K.R., Elkin, C.P., Kiker, J.M., (...), Xu, K.S., Devabhaktuni, V.K.	Pilot Skill Level and Workload Prediction for Sliding-Scale Autonomy	10.1109 / ICMLA.2018.00188	SCOPUS	2019	Proceedings - 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications,	Nová téma vo výskume interakcie človek-počítač zahŕňa optimálnu spoluprácu medzi ľuďmi a strojmi. 15 pilotov, z ktorých každý letí na rovnakých 5 preddefinovaných trasách na leteckom simulátore.	Výsledky naznačujú, že samotné údaje o riadení letu sú dostatočné na to, aby poskytovali takmer dokonalú klasifikáciu úrovne kvalifikácie pilota na experta alebo začiatka. Štúdia predpovedá, že je omnoho ťažšie identifikovanie na získanie presného odhadu duševnej záťaž a je potrebná kombinácia údajov o riadení letu a údajoch o srdcovej frekvencii.	NASA TLX, RMSE, HRV, AVC

36	Mühlhausen, T., Radüntz, T., Tews, A., Gürlük, H., Fürstenau, N	Research Design to Access the Mental Workload of Air Traffic Controllers	10,1007 / 978-3-030-02053-8_63	SCOPUS	2019	Advances in Intelligent Systems and Computing	Metódu monitorovania nervovej záťaže . Metóda DFHM (Dual Frequency Head Maps) umožňuje definovať rozsah pracovnej záťaže každej osoby individuálne. Súčasný výskumný projekt opisuje hodnotenie a overovanie stavu metódy DFHM v simulovanom realistickom prostredí.	Závislé premenné pre registráciu duševnej pracovnej záťaže boli index DFHM, srdcový rytmus , subjektívne dotazníky a údaje o výkonnosti letovej prevádzky.	DFHM
37	Socha, V., Socha, L., Hanáková, L., (...), Vagner, J., Kalavský, P.	Psychological training of pilots: Experimental perspective	https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=recordpage&eid=2-s2.0-85074336641&citeCnt=0&noHighlight=false&sort=plf-f&src=s&st1=workload+aviation+heart+rate&st2=&sid=004714916ef948ae797c195c67c6254c&sort=b&sdt=b&sl=43&s=TITLE-ABS-KEY%28workload+aviation+heart+rate%29&relpos=6	SCOPUS	2019	Transport Means - Proceedings of the International Conference	Relaxačné techniky ako forma zvyšovania mentálnej odolnosti pilotov voči stresu. Na uvoľnenie napätia a zníženie pracovnej záťaže sa používa nespočetné množstvo relaxačných techník . Na účely tejto štúdie bola vybraná kombinácia psychoterapeutických a fyziologických metód, konkrétne techniky autosugescie a afirmácie, Jacobsonova progresívna metóda a úmyselné dychové cvičenia.	Zmena parametrov záznamu fyziologických vlastností boli v pilotnej technike porované v rámci predmetových skupín v leteckom výcviku, jedna bez predchádzajúcej praxe vybranej relaxačnej techniky a dve, ktoré absolvovali relaxačný tréning.	HR
38	Alaimo, A., Esposito, A., Orlando, C.	Cockpit Pilot Warning System: A Preliminary Study	10.1109 / RTSL.2018.8548518	SCOPUS	2018	IEEE 4th International Forum on Research and Technologies for Society and Industry,	Štúdia sa zameriava na spojitost' medzi únavou a stresom. Účastníkom sa počas cvičenia v simulátore merá srdcová činnosť.	Štúdia ukázala že pokiaľ s pilot nachádza v príliš horúcom prostredí môže to mať účinok na jeho HRV čím sa môže zmeniť jeho psychofyziologický stav.	BSL, LF/HF, SDI, TLY
39	Nixon, J., Charles, R.	Understanding the human performance envelope using electrophysiological measures from wearable technology	10,1007 / s10111-017-0431-5	SCOPUS	2017	Cognition, Technology and Work	Elektrofyziologické opatrenia z novej nositeľnej technológie, na pochopenie ľudskej výkonnosti. Použitím batérie NASA Multi-Attribute Task Battery (MATB II) účastníci dokončili úlohy spojené s riadením letu, ktoré zahŕňali komunikáciu, sledovanie a monitorovanie systému a zdrojov.	Výsledky ukazujú významné rozdiely v srdcovej frekvencii aj v dychovej frekvencii v reakcii na rôzne úlohy. Ťažšie úlohy boli spojené s vyššou duševnou záťažou . Frekvenčné merania HRV diskriminovala rôzne typy úloh Toto zistenie môže súvisieť s tým, že rozdiely v zložitosti úloh sú dôležitejšie ako počet udalostí, ktoré sa použili.	VLF, LF/HF, SDMM, BP
40	Allsop, J., Gray, R., Bühlhoff, H.H., Chuang, L.	Effects of Anxiety and cognitive load on instrument scanning behavior in a flight simulation	10.1109 / ETVIS.2016.7851167	SCOPUS	2017	Proceedings of the 2nd Workshop on Eye Tracking and Visualization, ETVIS 2016	Monitorovanie pohybu očí počas stresových situácií v simulátore v spojitosti so stresovými situáciami.	Štúdia odhalila že pri manipulácii s úzkostnými faktormi pri zmene z normálneho stavu ku stavu s úzkosťou sa pomocou vizuálneho skenovania zmenila vtedy, keď úroveň zaťaženia sa zvýšila.	SD

41	Liu, W., Lu, Y., Huang, D., Fu, S	An analysis of pilot's workload evaluation based on time pressure and effort	10,1007 / 978-3-319-58472-0_3	SCOPUS	2017	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)	Definícia pracovnej záťaže založená na časovom tlaku a úsilí. Vzťah medzi časovým tlakom a úsilím je hlavným zameraním, ktoré pomáha pri výbere prístupu hodnotenia pracovnej záťaže. Srdcový rytmus, rýchlosť dýchania, hĺbka dýchania, údaje sledovania očí a kontrolné údaje sa získali v letovom experimente.	Hodnotenie pracovného zaťaženia by sa malo brať do úvahy pre získanie hodnôt z celkového času s úsilím v podmienkach dvojitého hydraulického zlyhania	HR,RR
42	Patrao, L., Zorro, S., Silva, J.	Physiological Factors Analysis in Unpressurized Aircraft Cabins	10.1515 / eng-2016-005	SCOPUS	2016	Open Engineering	Hlavnou príčinou leteckých nehôd ľudský faktor a to z viacerých dôvodov. Únava, problémy so spánkom a hypoxia, a iné sú vedľajšie efekty ktoré sa dajú obmedziť alebo vyhnúť.	Výsledky ukazujú, že mozgová oxymetria aj srdcová frekvencia sa zvýšila počas letu a nadmorskej výšky taktiež ovplyvnila výstražnosť pilota. Znevýhodnený pilot nemusí tieto variácie odhaliť avšak je možné včasné varovanie pilota.	HR
43	Wanyan, X., Zhuang, D., Zhang, H.	Improving pilot mental workload evaluation with combined measures	10,3233 / BME-141041	SCOPUS	2014	Bio-Medical Materials and Engineering	Na hodnotenie duševnej pracovnej záťaže (MW) sa použili behaviorálne výkony, subjektívne hodnotenie založené na indexe zaťaženia NASA (NASA-TLX), ako aj fyziologické opatrenia indexované elektrokardiografom (EKG) súvisiace s letovými úlohami. Úlohy simulácie letu vykonalo 12 účastníkov za rôznych podmienok MW.	Výsledky naznačujú, že pri monitorovaní očí sa pri komplikovanejších manevroch aktivita očí zvýšila, čo môže znamenať, že aj pohyb očí môže byť jedným z indikátorov pri stresujúcich situáciách.	NASA TLX, RRCV,HRV
44	Lehrer, P., Karavidas, M., Lu, S., (...), Vaschillo, B., Cheng, A.	Cardiac data increase association between self-report and both expert ratings of task load and task performance in flight simulator tasks: An exploratory study	10,016 / j.jpsycho.2010.02.006	SCOPUS	2010	International Journal of Psychophysiology	7 profesionálnych pilotov sa zúčastnili jednorazového testu na simulátore Boeing 737-800. Mentálne pracovné zaťaženie pre 18 letových úloh boli hodnotené skúsenými testovacími pilotmi a vlastnou správou účastníkov štúdie o stupnici indexu zaťaženia NASA (TLX).	Výsledky naznačujú, že srdcové vyšetrenie môže byť užitočným doplnkom k opatreniam na vlastné hlásenie na určenie duševného zaťaženia letových úloh a rizika zníženia výkonu	SDNN, LF/HF, NASA TLX, HRV,RR
45	Dahlstrom, N., Nahlinder, S.	Mental workload in aircraft and simulator during basic civil aviation training	10,1080 / 10508410903187547	SCOPUS	2009	International Journal of Aviation Psychology	Táto štúdia skúmala duševnú pracovnú záťaž v základnom výcviku v civilnom letectve. Počas cvičenia v simulátore sa zhromaždili dáta o srdcovej frekvencii, pohybe očí a subjektívne hodnotenia od 11 účastníkov.	Výsledky ukazujú vysokú zhodu v psychofyziologických reakciách medzi rolami. V niektorých segmentoch letu bola srdcová frekvencia v simulátore trvalo nižšia, čo svedčí o vyššej duševnej záťaži v lietadle. Rozdiely v srdcovej frekvencii počas vzletu a poruchy motora naznačujú, že zvýšenie pracovnej záťaže začína pred „neočakávanou“ udalosťou v simulátore sa zdá, že má prípravný charakter. Zatiaľ čo v lietadle je viac prepojená s riadením situácie.	NAS TLX,

Z našich 46 štúdií sa parametrom s názvom RMSSD zaoberalo 8 štúdií. Na definovanie stresu sa počas rôznych iných štúdií robili aj testy, kde za brali krvné odbery aby bola zistená hodnota kortizolu, adrenalínu alebo iných stresových Hormónov z krvi. Ďalej sa odoberal od pilotov pre a po ukončení vzorka moču a zisťovali sa z neho dané informácie ktoré by mohli byť nápomocné čo sa týka definovania hladiny stresu.

Veľmi veľa úloh sa porovnávalo s NASA TLX čo však pravdepodobne nie je úplne ideálne porovnávanie keďže sa jedná o dotazník. Výsledky ukazujú že srdce je jedným z najpresnejších ukazovateľov stresovej činnosti teda činnosti autonómneho nervového systému. Vďaka analytickým metódam a pomocou štatistických analýz srdcovej variability vieme dôjsť k rôznym výsledkom. Parametre, ktoré sa získali práve vďaka srdcovej variabilite, ako napríklad SD, RMSSD, SDNN, PPI, RRI, NN50, TINN, ktoré spadajú do časovej analýzy alebo parametre ako HF, LF, VLF, ULF, ktoré spadajú do spektrálnej analýzy, ale aj srdcoví tep sa zdajú byť ako významnými indikátormi pre určenie hladiny stresu. Zistili sme že v štúdiách sa používali vždy viaceré parametre a na záver sa vyhodnocovalo ktorý z daných parametrov je najpresnejší.

Parameter RMSSD sa považoval 15 krát ako za najdôležitejší parameter na identifikovanie stresu čo sa týka časovej analýzy.

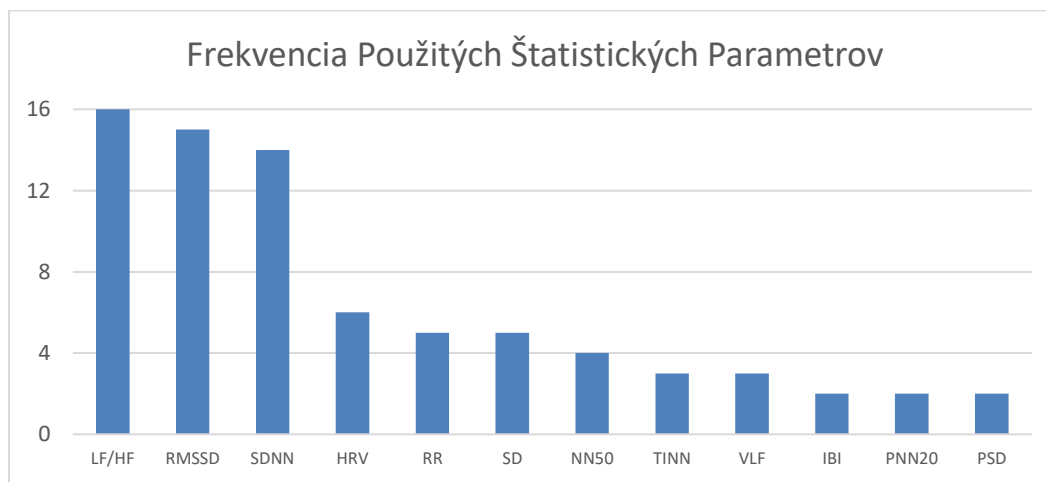
Za druhý najčastejšie používaný parameter pre identifikáciu stresu sa dá považovať práve SDNN ktorý bol považovaný ako najpresnejší minimálne v 14 štúdiách.

Čo sa týka spektrálnej analýzy sme došli ku záveru, že najčastejšie používaný analytický parameter spomedzi všetkých štúdií boli práve parametre LF, HF, LF/HF. LF/HF bol považovaný za najpresnejší parameter až v 16 štúdiách. Pravdepodobne je to z dôvodu že tieto parametre sú najpresnejšie spomedzi ostatných, čo sa týka sympatikovej a parasympatikovej aktivity. Tieto systémy sú práve tie, ktoré vytvárajú u jedinca stres a tak isto sa ho snažia mať pod kontrolou. Za túto funkciu vďačíme homeostáze. Štúdie poukazujú na to ako sa ľudské telo dostáva do extrémnych limitov. Deje sa tak pri dosiahnutí rôznych úrovni podmienok, napríklad vojenské operácie alebo extrémne športy. Rôznorodé vojenské operácie, ktoré vykonáva vojenská posádka. Práve takáto

letecká posádka spĺňa predpoklad na rôzne aktivity a úlohy pri ktorých sa ľudské telo dostáva do tých najväčších stresových situácií. Preto sa medzi štúdiami zaoberajúcimi sa našu tému často nachádza práve sledovanie a meranie stresu vojenských pilotov.

Tréningy takýchto pilotov vyžadujú rôznorodé podmienky a preto potrebujú dosiahnuť niekedy výšku cez 15 000kilometrov, teda 20 000ft. Toto im zabezpečuje aby sa pri rôznych manévrov vedeli zachovať prítomnosť mysle a to aj pri vysokých záťažových podmienkach. Pri veľmi vysokom preťažení sa telo pilota môže dostať do stavu bezvedomia, fáze „grey-out“ až po fázu black-out. Tento výpadok nielen vedomia ale aj pohybového ústrojenstva sa však dá trénovať a tým pádom zabrániť alebo skôr minimálne byť schopný udržať vedomie čo najdlhšie aj pri ťažších a vyšších rýchlostiach resp. záťažach. Takýto stav je možné dosiahnuť aj vďaka simulátorom a rôznymi softvéri a situáciami pre posádky.

„Jedným z ďalších faktorov ktoré môžu ovplyvniť pilota takejto vojenskej posádky je aj zdravá životospráva. Veľmi dôležitý je aj faktor svalstva, aby preventívne pri namáhaní svalov neutrpel nijakú fyzickú nehodu ako poranenie krku, ramien alebo krížov“. [15]



Obrázok 11 Frekvencie použitých štatistických parametrov [10]

Záver

Bakalárska práca sa venovala stresu a stresovému faktoru, v rámci práce pilotov a ich celkového psychického zaťaženia pri práci aj mimo nej. Práca pilota je veľkou záťažou na psychiku a je náročná, pretože v stresovej situácii, napríklad pri poruche lietadla, pilot rozhoduje nie len o svojom vlastnom živote, ale aj o živote celej posádky a o živote každého z cestujúcich. Práve preto musí byť pilot , a samozrejme aj co-pilot vždy v dokonalej psychickej a aj fyzickej kondícii, aby pri stresovej záťaži nezlyhala ani jeho racionálna myseľ a ani jeho telo.

Napriek limitáciám ako vysoký počet nedohľadateľných článkov v anglickom jazyku alebo článkov plnom znení bola táto práca napísaná s čo najväčšiu presnosťou keďže sa jednalo z drvivej väčšiny o štúdie ktoré boli podložené štatistickými dôkazmi. Keďže štúdiu ktoré sa zaoberajú touto témou je veľmi veľa každá prišla viac menej k rôznym výsledkom.

V budúcnosti by bolo zaujímavé sa tejto téme venovať podrobnejšie keď že existuje veľmi veľa spôsobov ako identifikovať stres. Napriek všetkému bola táto bakalárska práca založená na výsledkoch rôznych štúdií ktoré už niekto vykonal. Znamená to že vysoký faktor je práve dôvera voči už uskutočneným pokusom a ich spracovaní.

Z tejto práce vyplýva že napriek mnohým štúdiám zaoberajúcim sa touto témou sa doteraz presne nevie ktorý konkrétny parameter je najvhodnejší považovať sa indikátorom stresu. Preto by bolo dobré v budúcnosti uskutočniť ďalšie štúdie ktoré sa zaoberajú všetkými možnými analytickými parametrami. Túto prácu môžeme považovať za zhrnutie všetkých najpoužívanějších parametrov a metód ktoré nám môžu pomôcť pri nasledujúcom výskume v tejto oblasti.

Zoznam použitej literatúry:

- [1] Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. Guilford, New York. ISBN 9781609184995.
- [2] Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J., & Rothstein, H. R. (2009). *Criticisms of Meta-Analysis. Introduction to meta-analysis*, 377-387. ISBN 9780470057247
- [3] PALKOVITS, M. *Neurochemical anatomy of the neuroendocrine hypothalamus. Neurochemical anatomy of the hypothalamus. Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften*. 1978 Mar;34(1-3):113-130.
- [4] *Encyclopaedia Beliana*. 1. vyd. Bratislava : Encyklopedický ústav SAV; Veda, 1999. 696 s. ISBN 80-224-0554-X. Zväzok 1. (A – Belk), s. 678.
- [5] PRAŠKO, J., PRAŠKOVÁ, H , 2007, *Asertivitou proti stresu*, GRADA Publishing, a.s., s. 184 ISBN 20078071693340
- [6] ZACHAROVÁ, E, et al. *Zdravotnická psychologie – Teorie a praktická cvičení*. 1. vydání. Praha : Grada, 2007. 232 s. ISBN 978-80-247-2068-5.
- [7] RABOCH, Jiří a Petr ZVOLSKÝ, et al. *Psychiatrie*. 1. vydání. Praha : Galén a Karolinum, 2001. 622 s. s. 295. ISBN 80-7262-140-8.
- [8] SCHREIBER, V. *Lidský stres*. 2. Upravené vydání. Praha: Academia, 2000, Praha 106 s. ISBN 80-200-0240-5.
- [9] KŘIVOHLAVÝ, J. *Jak zvládat stres*. Praha: Grada - Avicenum, 1994, 190 s. ISBN 80-716-9121-6.
- [10] CIMICKÝ, Jan, *Sám proti stresu*, 2007 Olympia, 1. Vydanie, Praha, s. 217, ISBN 978-80-7376
- [11] HANS, S., *The Stress of My Life: A Scientists Memoirs*, McClelland and Stewart, 1977 p. 272, ISBN 9780771080500
- [12] *Učebnice pilota* 2019 Autor: kolektív Vydavateľstvo: Svět křídel Rok vydania: 2019 ISBN: 978-80-7573-049-7

- [13] ŠULC, Jiří. *Lidský činitel: studijní modul 9*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 112 s. Praha, ISBN 8072043641
- [14] WIEGMANN, Douglas A. a Scott A. SHAPPELL. *A human error approach to aviation accident analysis: the human factors analysis and classification system*. Burlington, VT: Ashgate, c2003. ISBN 0754618730.
- [15] SLUNGAARD, J. McLeod, N.D.C. Green, et al., *Incidence of G-induced loss of consciousness* GFWilson -2005 ISBN 978-0-8330-4571-3
- [16] JAVORKA, K. a kol. *Variabilita frekvencie srdca: mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie*. Martin: Osveta, 2008, 204 s., ISBN: 978-80-8063-269-4
- [17] SLEZÁK, J., K. JAVORKA, M. JAVORKA a I. BÉDER. *Fyziológia kardiovaskulárneho systému*.: Vydavateľstvo Osveta, 2009, s. 115-212. ISBN 978-80-7503-291-4.
- [19] JAVORKA, K. a kol. . *Lekárska fyziológia: Učebnica pre lekárske fakulty*. 3, prep. a dopl. vyd. Martin: Vydavateľstvo Osveta, 2009, s. 742 ISBN 9788080632915
- [18] Hormeño-Holgado, A.J., Clemente-Suárez, V.J., *Effect of different combat jet manoeuvres in the psychophysiological response of professional pilots*, *Physiology and Behavior*, DOI: 201910.1016/j.physbeh.2019.112559, Physiology and Behavior
- [19] KOSOVIC, D., *Stres*: Niksič-, Nova Knjiga, Cigoja 1987 167 S., ISBN 9788642700939
- [20] MRAVEC, B., *Stres a adaptácia*, Bratislava: SAP, 2011 332 s, il., portr. ISBN 978-80-8095-067-5
- [21] FARSKÝ, Š. a . *EKG do vrecka*. Martin: Osveta, 1995, 103 s. ISBN 80-967377-0-8